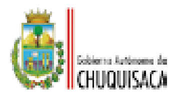
ESTADO PLURINACIONAL
DE BOLIVIA

Manual técnico:

Construcción de cisterna de placas prefabricadas

para almacenamiento de agua de lluvia
Volumen:16m³













Proyecto: "Construcción de cisternas en las comunidades del municipio de Tarabuco en el departamento de Chuquisaca y en el Municipio de Betanzos del departamento de Potosí".
GCP/RLA/160/BRA BABY - Cooperación Brasil - FAO



Proyecto piloto 350 Cisternas Bolivia: Realizado en Brasil e implementado en Bolivia para demostrar que se puede.

Autor:
Javier Mamani García

Revisión técnica:
Juan Pablo Quevedo

Edición:
Yara Morales Rivera
Daniela Claros Vélez
Pedro Felipe Condori Miranda

Fotografías:
FAO Bolivia

Diseño, diagramación e ilustración:
Pedro Felipe Condori Miranda

Dibujo Plano de Construcción:
Javier Mamani García

Impresión:
G

Depósito Legal:
N°

Agradecimientos:

- **Ministerio de Medio Ambiente y Agua**
  » Dra. Alexandra Moreira López
  Ministra de Medio Ambiente y Agua
- **Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego**
  » Ing. Carlos Ortuño Yañez
  Viceministro de Recursos Hídricos y Riego

Índice de contenido

Presentación

El cambio climático ha influenciado en el acceso de agua a las familias, esta es una problemática compartida por poblaciones/comunidades de regiones semiáridas de Brasil y Bolivia, que pasan por necesidades semejantes tales como la escasez de agua para beber, cocinar, para producir alimentos, criar animales y la provisión de agua potable en las escuelas de esas comunidades. Esas necesidades derivan de la irregularidad y la concentración de las precipitaciones en un corto período de tiempo, favoreciendo períodos de sequía que causan inseguridad alimentaria y problemas sociales. Por otro lado, las poblaciones/comunidades presentes en esta región tienen experiencia de convivencia y resistencia con el semiárido. La implementación de cisternas para la captación de agua de lluvia es una iniciativa que posee tecnología simple, de bajo costo y fácilmente replicable, que ha demostrado que es posible disminuir los efectos de la baja disponibilidad de recursos hídricos en un período de sequía.

Respondiendo a esta necesidad de agua es que se ha implementado el proyecto de "Construcción de Cisternas, en comunidades del Municipio de Tarabuco, en el Departamento de Chuquisaca, y en el Municipio de Betanzos, en el Departamento de Potosí, del Estado Plurinacional de Bolivia".

El proyecto ha sido ejecutado gracias a la coordinación interinstitucional del Ministerio de Medio ambiente y Aguas (MMAyA), la Gobernación de Chuquisaca, los Gobiernos Municipales de Tarabuco y Betanzos, el apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el financiamiento de la Agencia de Cooperación de Brasil.

Javier Mamani García
Consultor del proyecto GCP/RLA/160/BRA
FAO Bolivia





1

El agua como recurso sustentable

El agua y la alimentación adecuadas son derechos fundamentales del ser humano que han sido incorporadas en la nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia promulgada el año 2009; de allí que en los últimos años se vienen adoptando una serie de políticas de ampliación del acceso al agua y a los alimentos, combinando programas y acciones de apoyo a la agricultura tradicional y familiar de base agroecológica y cooperativa.

En este contexto, se distingue que en Bolivia existe una conciencia social del agua como **derecho humano**. Siendo este un recurso limitado en gran parte del área rural, comunidades campesinas, indígenas y originarias tienen un compromiso de preservación y defensa de las fuentes de agua.





Los pobladores de la zona caminan desde muy lejos llevando agua en recipientes improvisados para su consumo diario.

El proyecto "Acceso al Agua en comunidades de los Municipios de Tarabuco, en el Departamento de Chuquisaca, y en el Municipio de Betanzos, en Departamento de Potosí, del Estado Plurinacional de Bolivia" es resultado del diálogo entre Brasil y Bolivia para el desarrollo de actividades de cooperación relacionadas a las tecnologías sociales de acceso al agua y apunta al desarrollo de capacidades de la administración pública boliviana para la implementación de esas tecnologías para beneficio de la población de la región.

La incursión de **cisternas de placas prefabricadas** en los municipios de Tarabuco y Betanzos es una alternativa para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y de esta forma se podrá suplir el déficit hídrico, en especial en la época de estiaje (época de sequía) que se prolonga entre 7 y 8 meses al año. Más allá de eso, será una opción para frenar la migración de las personas de estos municipios a grandes ciudades más pobladas por falta de medios adecuados de subsistencia.

El proyecto ha sido ejecutado por las familias beneficiarias y maestros albañiles capacitados, los mismos que fueron contratados y fiscalizados por los gobiernos municipales, el seguimiento y apoyo técnico fueron realizados por el MMAyA y la administración y coordinación FAO.

1.1. ¿Qué es una cisterna de placas prefabricadas?

Es una estructura que sirve para la captación y almacenamiento de agua de lluvia, ésta se la realiza del techo de la vivienda y es recolectada y conducida por medio de canaletas y bajantes (tubería) hasta la cisterna. Estas cisternas tienen una capacidad de almacenamiento de 16mil litros, que pueden abastecer de agua a una familia de 4 a 5 personas durante todo el año. Es una alternativa para lugares áridos o secos donde las precipitaciones son escasas (lluvias anuales de 300 mm a 500mm). Esta semienterrada, aproximadamente 1m (dos tercios de su altura), para garantizar la seguridad de su estructura y mantener la temperatura del agua fría. El Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP) captura en la cisterna el agua lluvia que cae desde el techo dirigida a través del ductos de zinc o PVC. Tiene una capacidad de almacenamiento de 16 mil litros de agua (16m^3).

Este tipo de sistema de almacenamiento es muy similar al excavado, con la diferencia que el nivel de agua está por encima del suelo. Esto se logra mediante la construcción de paredes de placas de mortero.

Su construcción es recomendable en zonas donde los materiales no se encuentran fácilmente o no estén disponibles por la distancia del lugar o simplemente para reducir costos altos de otros tipos de cisternas.



Cisterna para captación de agua de lluvia en Tarabuco, Chuquisaca

1.1.1. Tipos de cisternas por el tipo de material utilizado



Cisterna de placas prefabricadas

Este tipo de cisterna tiene la particularidad de ser construida con placas previamente prefabricadas, se moldea tres formas: para la pared, tapa y viguetas. Su construcción se realiza con el armado de las placas, con mezcla mortero en las intersecciones se refuerza la paredes exterior con alambre tensado para que soporte la presión que ejerce el agua y se revoca el interior y el exterior.

El tiempo empleado en su construcción es corto y su costo es bajo, se lo puede realizar en cualquier tipo de zona por su simplicidad constructiva.



Cisterna de hormigón ciclópeo HºCº

Es un depósito de agua de forma cuadrada, para su estructura se utilizan piedras y hormigón armado, factores que encarecen los costos de construcción y de mano de obra a emplear. Por su forma tiene una buena reacción ante esfuerzos de compresión donde se ejerce un empuje lateral sobre la superficie excavada, aunque tiene grandes pérdidas de espacio. Cuenta con un muro de contención que funciona como una represa de agua, la cual es más ancha en su parte inferior, ya que existe un empuje lateral.

Cisterna de ferrocemento

Su estructura es cilíndrica, por el tipo de estructura se puede construir en el exterior sin necesidad de cavar un pozo. El ferrocemento es una técnica fácil de construir. Se usa cemento, arena y malla de alambre electrósoldada hexagonal con un delgado núcleo de concreto dotado de una tapa para evitar el ingreso de polvo, insectos, elementos externo y la luz solar.

Por su gran tamaño pueden ser implementada de forma comunitaria como familiar. Con este material se pueden realizar estructuras ligeras y de alta resistencia por su formas curvas y circulares y el precio es alto.



Cisterna de plástico

Son también depósitos de agua fabricados de plástico de polietileno, sus ventajas es que son livianos, fáciles de transportar y pueden ser colocados en cualquier lugar. Las desventajas son su alto costo y sin buen mantenimiento puede acortarse su tiempo de duración.



1.2. ¿Cuál es la importancia de la implementación de la cisterna?









Su utilidad es el poder almacenar de agua de lluvia para el consumo humano de una forma segura y limpia durante los meses secos. La cantidad de agua almacenada cubre la necesidad de consumo de una familia de cinco personas durante la época seca.

En las zonas semiáridas de Bolivia uno de los principales problemas es la mala distribución de las lluvias a lo largo del año y la escasa disponibilidad de recursos hídricos que influyen en el riego permanente en la zona, por consecuencia la gran parte de los suelos son cultivados a secano (terreno que solo se riega con agua de lluvia), con incidencia negativa en cultivos. Esta limitante de desarrollo ha impulsado la migración temporal (en período de estiaje) tanto como la migración definitiva por falta de fuentes de trabajo.

En este contexto, las cisternas además de mejorar la calidad del agua de consumo, también garantizan la seguridad alimentaria y nutricional de las familias, reduce el surgimiento de enfermedades intestinales y gastrointestinales tanto en niños como en adultos como y otorga autonomía a cada familia en cuanto al consumo de agua, al no tener que conseguirla de las escasas fuentes comunales, lo que permite mayor tiempo para el cuidado de las familias.

1.2.1. Capacidad de almacenamiento de la cisterna de placas prefabricadas



Se puede calcular el volumen ideal de un depósito aplicando la siguiente fórmula:

Volumen del depósito = t · n · q

t	*Representa la duración de la estación seca*
n	*El número de personas que utilizan el agua almacenada en el depósito*
q	*El consumo diario por persona*

Por este motivo se opto por implementar las cisternas de placas prefabricadas de $16m^3$ de capacidad de almacenamiento por tener una construcción fácil, aunque existen cisternas de mayor tamaño que pueden ser usadas de forma comunitaria o para riego en agricultura familiar, éstas son de $52m^3$, más grandes y mayor volumen de almacenamiento.

A **Cisterna de $16m^3$ (16000 litros)**

La cisterna es construida con 63 placas de 60cm x 50 cm, colocadas en tres filas de 21 placas cada fila en su elevación vertical. Tiene un diámetro de 3,5 m y una altura de 2,5 m.

B **Cisterna de $52m^3$ (52000 litros)**

Al igual que en la anterior se utilizan tres filas de 37 placas en cada fila, utilizando un total de 111 placas, con un diámetro de 7 m y una altura de 2,5 m.



1.2.2. ¿Cuáles son las ventajas del uso de la cisterna de placas prefabricadas?

- Su construcción no requiere mano de obra especializada.
- Tiene bajo costo.
- Corto período de construcción
- Puede construirse en familia o con apoyo comunal (Ayni).
- Los materiales y herramientas son fáciles de conseguir dentro de la comunidad y también en las ciudades.
- Permite almacenar agua de diferentes fuentes (lluvia, agua potable, ríos, quebradas, ojos de agua y riachuelos que tengan agua de buena calidad)
- Si el agua almacenada se lo trata correctamente puede ser de muy buena calidad.
- Disminución de microorganismos, bacterias y otros parásitos que pueden concentrarse en el agua gracias a que esta cubierta con tapa.
- Reducción del tiempo empleado en transporte y/o búsqueda de agua.
- Reduce la dependencia de traslado de agua para consumo de lugar distante.
- Evita el consumo de agua de otras fuentes de agua como atajados, kotañas, ckóchas, estanques etc.).







1.3. Características de construcción de la cisterna con elementos prefabricados

Las cisternas de placas prefabricadas, implementadas en Brasil, fueron evolucionando y adecuándose a las diversas regiones en las que se replicaron. La particularidad de tener elementos estructurales independientes, previamente realizados, facilita su elección al momento de optar por esta técnica. Actualmente se vienen implementando en Bolivia, su bajo costo, el tiempo corto empleado en su construcción, el fácil acceso a los materiales tradicionales, la hacen una opción factible, además de tener un margen de error muy bajo, tanto en la etapa de construcción como en su vida útil.



Ventajas de construcción de la cisterna con elementos prefabricados

Reducción de gastos
Aprovechamiento de tiempo, mano de obra y material

Rapidez de ejecución
Se estima la reducción de tiempo en una relación de 50 por 100 del tiempo de ejecución

Previsión
Durante la ejecución se pueden modifica detalles tanto estructurales y de cerramiento

Precisión
Por lo general en la prefabricación los errores tolerados son mínimos

Mejor adaptación
No existe inconveniente en las diferentes zonas ecológicas (trópico, valles y altiplano). Puede aplicarse en actividades domésticas (almacenamiento de agua) y agricultura (micro riego)





2

¿Por qué se construyen las cisternas de placa en Bolivia?

Bolivia viene implementando el Plan Nacional de Desarrollo, el cual se basa en cuatro pilares fundamentales que son Bolivia Digna, Bolivia Soberana, Bolivia Productiva y Bolivia Democrática. La Bolivia Digna se subdivide en 8 puntos esenciales que son: Protección Social y Desarrollo Comunitario, Salud, Educación, Justicia, Seguridad Pública, Defensa Nacional, Cultura y Saneamiento Básico (este último tiene un objetivo general que es **"Agua para el pueblo"**).

Por su parte, la Constitución Política del Estado en su Artículo Nº 16 reconoce que **"toda persona tiene derecho al agua y a la alimentación"** y en consecuencia también señala que "el Estado tiene la obligación de garantizar la seguridad alimentaria a través de una alimentación saludable, adecuada y suficiente para toda la población". En este escenario, se hace

cada vez más imperante la necesidad de fomentar métodos alternativos de acceso al agua en las poblaciones rurales de las zonas semiáridas de Bolivia donde la escasez de agua para beber, cocinar, producir alimentos y criar animales es el común denominador. Por las anteriores razones las cisternas de placas son una opción viable porque son de fácil fabricación, utilizando material local o de fácil acceso.

La implementación de cisternas se constituye en una tecnología social de captación y almacenamiento de agua de lluvia a la luz de la experiencia brasilera que tiene el potencial de demostrar el combate a problemas como la pobreza y la inseguridad alimentaria.









3

Construcción participativa de la cisterna de placas prefabricadas

Para la construcción de la cisterna es necesario de que cada familia participe activamente en el proceso, así se logrará un buen resultado, mediante el compromiso asumido. También las comunidades pueden trabajar de manera solidaria a través del "ayni" ya que para la construcción se requieren por lo menos cuatro personas. La técnica de construcción de la cisterna también puede ser replicada a otros integrantes de la comunidad.

Para la construcción de la cisterna de placas se necesita cuatro personas como mínimo, es recomendable que vivan relativamente cerca una de la otra.

El apoyo familiar y de la comunidad ayudara a lograr un trabajo conjunto generando en las familias un sentido de pertenecía y motivación para que hagan un buen uso de la cisterna y un correcto mantenimiento. A continuación se detallan los planos necesarios para la construcción de la cisterna de placas.

3.1. Materiales y herramientas para la construcción de la cisterna de placas

Para la construcción de la cisterna de placas, se precisa de sencillas herramientas y materiales, utilizadas en la construcción, no se requieren grandes maquinas.

3.1.1. Materiales requeridos para construcción de cisternas

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Cemento portland	24	bolsa
2	Arena fina	7	m^3
3	Gravilla de ¾"	1	m^3
4	Fierro corrugado 5⁄16" (8mm) barra L=12 m	7	barra
5	Alambre de amarre	0,5	kg
6	Alambre galvanizado N° 12	14	kg
7	Aditivo impermeabilizante p/mortero*	20	litros
8	Pintura impermeabilizante p/interior	5	litros
9	Pintura látex exterior	2	litros
10	Tapa metálica e=⅛" c/protección anticorrosiva	1	pieza

(*) El aditivo debe prepararse para 200 litros de agua que es la cantidad requerida para el revoque interno y piso de losa de fondo.

3.1.2. Materiales requeridos por módulos prefabricados

3.1.2.1. Módulos prefabricados: placas de pared y techo

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada con malla de 5 mm de abertura	21	carretilla
2	Cemento portland	7	bolsa

3.1.2.2. Módulo prefabricado: viguetas para techo

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada con malla de 5 mm de abertura	3	carretilla
2	Cemento portland	1	bolsa
3	Gravilla ¾"	1	carretilla
4	Fierro corrugado 8mm diámetro y 1,85 m de largo	21	pieza

3.1.3. Materiales para la construcción de la cisterna

3.1.3.1. Construcción de parrilla de losa de fondo

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Fierro corrugado 5⁄16" (8mm) barra L=12 m	3,5	barra

3.1.3.2. Colocado de hormigón (H°) de faja maestra (Espesor: 10 cm)

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada con malla de 5 mm de abertura	6	carretilla
2	Cemento portland	2	bolsa
3	Gravilla de ¾"	6	carretilla

3.1.3.3. Mortero para montaje de las placas

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada con malla de 5 mm de abertura	4	carretilla
2	Cemento portland	2	bolsa

3.1.3.4. Colocado de hormigón (H°) para losa de fondo (Espesor: 10 cm)

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada con malla de 5 mm de abertura	9	carretilla
2	Cemento portland	3	bolsa
3	Gravilla ¾"	8	carretilla

3.1.3.5. Refuerzo de alambre galvanizado N° 12 (Perímetro exterior)

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Alambre galvanizado para posición 1	8	vueltas
2	Alambre galvanizado para posición 2	8	vueltas
3	Alambre galvanizado para posición 3	8	vueltas
4	Alambre para abertura soporte vigueta	3	vueltas
	Total: Alambre galvanizado Nº 12	**27**	**vueltas**

3.1.3.6. Refuerzo con alambre galvanizado N° 12 (Perímetro exterior m)

Nº	Material	Total vuelas	Por vuelta (m)	Total (m)
1	Alambre galvanizado Nº 12	27	11.10	299.7

3.1.3.7. Refuerzo con alambre galvanizado N° 12 (Perímetro exterior kg)

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Alambre galvanizado Nº 12 (Toda la cisterna)	14	kg

3.1.4. Revoque de pared de la cisterna

3.1.4.1. Revoque externo de placas (Espesor: 2 cm mínimo)

Nº	Material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada con malla de 5mm de abertura	9	carretilla
2	Cemento portland	3	bolsa

3.1.4.2. Revoque interno de placas con hidrófugo (Espesor: 2 cm mínimo)

Nº	Material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada con malla de 5mm de abertura	8	carretilla
2	Cemento portland	3	bolsa

3.1.4.3. Revoque interno de piso losa de fondo con hidrófugo

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada con malla de 5mm de abertura	3	carretilla
2	Cemento portland	1	bolsa

3.1.4.4. Material impermeabilizante (hidrófugo)

Nº	Material	Cantidad	Unidad
1	Impermeabilizante (hidrófugo) de 20 litros	1*	balde

(*)Relación 1:18 una parte de hidrófugo con 18 partes de agua, seguir características del fabricante

3.1.4.5. Revoque externo del techo de la cisterna (Espesor:2 cm mínimo)

Nº	Material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada con malla de 5mm de abertura	6	carretilla
2	Cemento portland	2	bolsa

3.1.4.6. Insumos complementarios para el colocado de viguetas de tapa

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Viga de madera de 6" x 2" de 4m de longitud	1	pieza
2	Puntal de madera de 5" de diámetro de 2.2 m de largo (bolillo - rollizo)	1	pieza
3	Encofrado de madera diámetro 54 cm y espesor 1" (rueda) Ver anexos	1	pieza
4	Clavos de 3"	20	unidad
5	Listón de 3" x 2" 50 cm de largo	6	pieza
6	Tabla de madera de 30x20, 1" espesor	1	pieza

3.1.4.7. Cilindro de compresión

Nº	Descripción del material	Cantidad	Unidad
1	Arena zarandeada	6	palas
2	Cemento portland	3	palas
3	Gravilla de ¾"	6	palas

Agua

3.1.5. Materiales utilizados para la construcción de las placas y viguetas

Agua: Se utilizará para el amasado y curado de la cisterna, en lo posible debe ser potable y limpia de esta forma no interferirá en la resistencia de los otros materiales.



Cemento: El cemento portland tiene la función de unir los agregados con la acción del agua. Para una buena resistencia se debe almacenar en un lugar ventilado con cubierta para evitar la alteración de las propiedades del cemento, no debe ser almacenado por un periodo mayor a 40 días porque disminuye su resistencia.

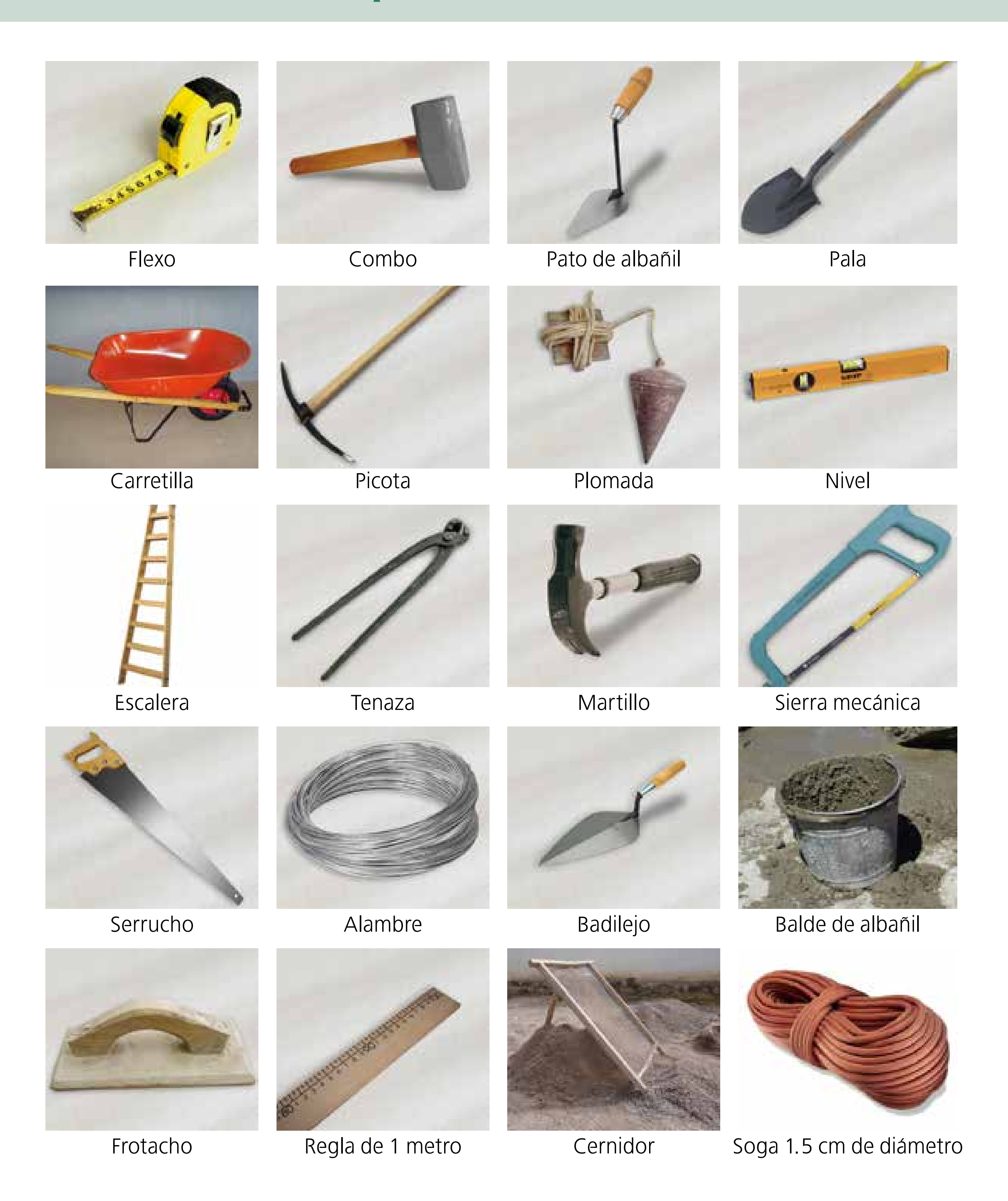


Arena fina: Su tipo de granos pasan por un tamiz de 5 mm de abertura, es un material que resulta de la desintegración natural de las rocas, este grosor es adecuado para la mezcla mortero para la construcción de la cisterna.



Gravilla 3/8: Es el producto de la roca seleccionada, al tener una apariencia no uniforme y con varios segmentos puntiagudos que ayudan a entrelazarse una contra otra formando una mezcla resistente, se debe verificar que no tengan materiales extraños en caso de presentarse lavar con agua común.

3.1.6. Herramientas para la construcción de cisterna



Flexo | Combo | Pato de albañil | Pala

Carretilla | Picota | Plomada | Nivel

Escalera | Tenaza | Martillo | Sierra mecánica

Serrucho | Alambre | Badilejo | Balde de albañil

Frotacho | Regla de 1 metro | Cernidor | Soga 1.5 cm de diámetro





4

Proceso constructivo de la cisterna de placas prefabricadas

En este capítulo se explicará paso a paso el proceso de construcción de la cisterna de placas prefabricadas. Está planteada como una guía práctica que permitirá establecer de forma exacta: Donde debe construirse, las condiciones más apropiados, los materiales y herramientas necesarias, tipos de mezclas, además medidas en cada parte del proceso.

Al final de la lectura estarán capacitados para replicar y construir su propia cisterna de placas prefabricadas al igual que el **Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP)** para el uso diario dentro de la familias mejorando la calidad del agua consumida, garantizando la seguridad alimentaria y nutricional y reduce el surgimiento de enfermedades.

4.1. ¿Cuál la mejor época para la construcción?





Época seca: Es la mejor época para iniciar una construcción ya que las temperaturas oscilan entre 15° C como más caliente y no menores a 10° C, mejor si se presenta humedad ambiental permitiendo que el fraguado logre la dureza y resistencia necesaria. No olvidar mojar la estructura para evitar agrietamientos.

Época calurosa: Cuando se realiza la construcción en ésta época los constructores deben estar preparados para impedir que el agua se amase, producto del calor y el viento, ya que el líquido se evapora mas rápidamente lo que ocasiona la pérdida de resistencia.

Época fría (invierno): Está demostrado que la mezcla para la construcción no adquiere la resistencia necesaria de fraguado en esta época. Si en el ambiente hay presencia de heladas es mejor suspender la construcción ya que el espesor de la cisterna será muy delgado.

Época lluviosa: La arena generalmente está húmeda, por tanto se debe utilizar menor cantidad de agua para la preparación de la mezcla. También se debe tener cuidado en el mezclado de la preparación, se debe integrar la arena grava y el cemento de 4 a 5 veces antes de verter el agua. Las condiciones de fraguado son mejores, ya que se obtiene mejor resistencia. Los constructores deben tener el cuidado de elaborar las partes prefabricadas en lugares bajos, caso contrario proteger el área con lona.

4.2. Selección de su ubicación para su construcción



Se debe tener cuidado al momento de elegir el lugar para la construcción de la cisterna, preferentemente se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

A **El techo** deberá ser más alto que la cisterna para que su captación sea mejor y la caída de agua sea por gravedad.



B Es aconsejable que la cisterna sea construida **cerca de la casa** donde se utilizará para consumo doméstico. Además debe haber desnivel del techo para la captación de agua.



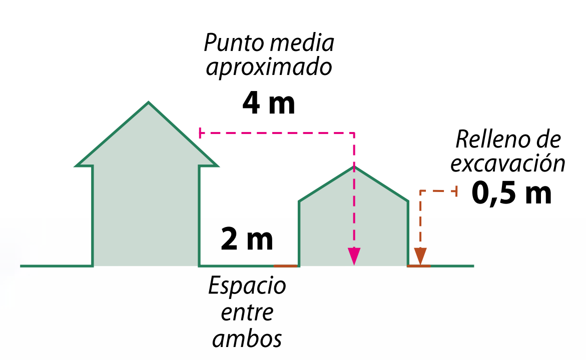
C **No construir cerca de árboles y arbustos**, porque las raíces pueden dañar la estructura de la cisterna, ya sea en la base como en las paredes provocando fugas.



D **No construir cerca de establos, letrinas y basureros**, porque puede contaminar el agua almacenada, la distancia mínima cerca de las mismas es de 10 metros.

4.3. Sitio de emplazamiento de la cisterna

Se comienza con el replanteo del lugar, se mide la distancia con la vivienda (vértices) para evitar problemas de rajaduras o asentamiento en la vivienda. Luego se marca una circunferencia con un diámetro de 4.5 m buscado una media aproximada de distancia desde la vivienda y la caída de agua de 4 metros. La distancia final entre ambos debe ser de 2 m.



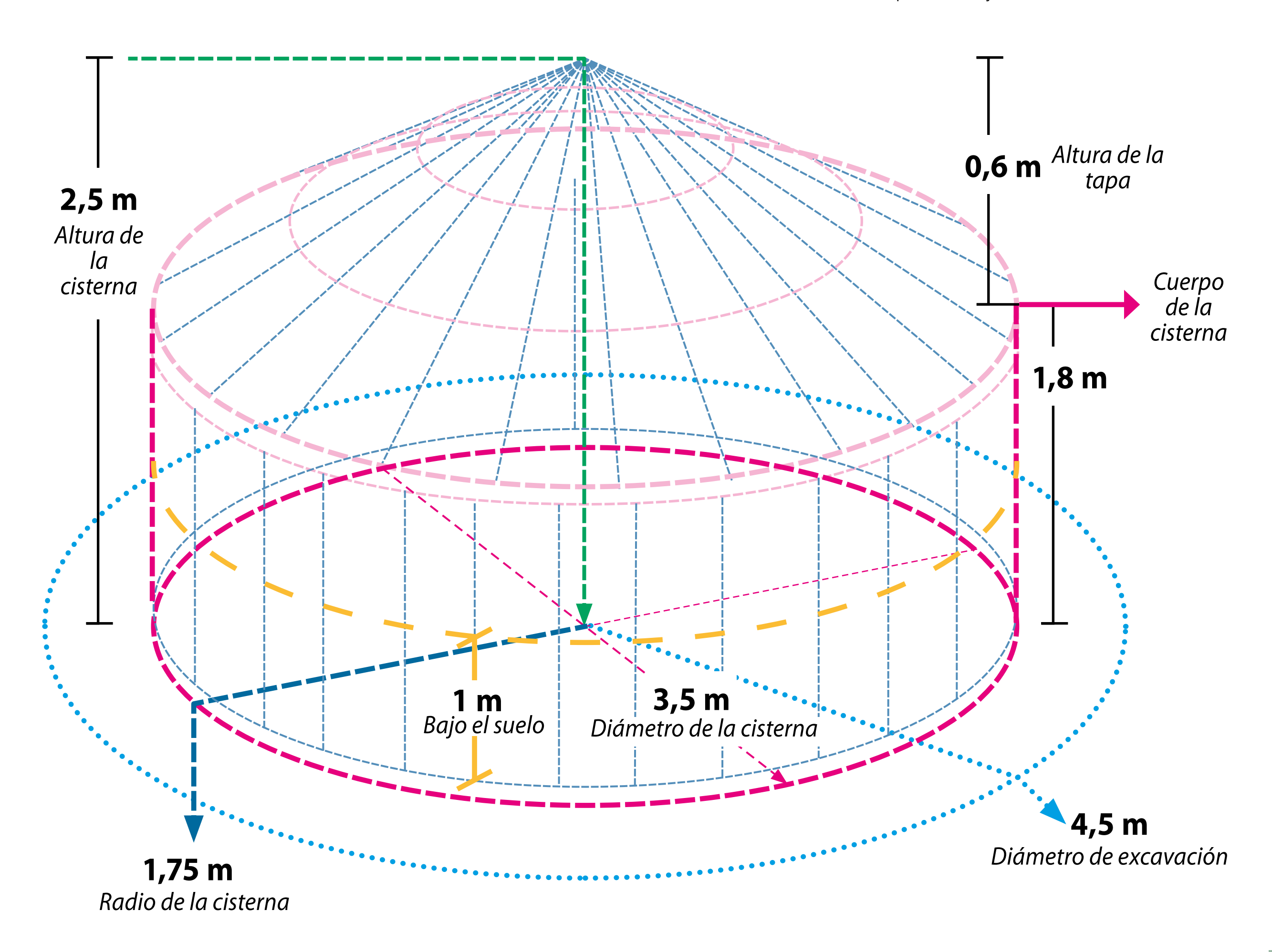
3,5 m
Diámetro de la cisterna

4.3.1. Parámetros técnicos

Cuando se va a realizar el excavado se debe ubicar a una distancia moderada de la vivienda para recibir la captación del agua de lluvia para su almacenamiento hasta una profundidad de acuerdo a los siguientes parámetros técnicos:

Parámetros técnicos	Dim.
Diámetros de excavación	4,5 m
Diámetros de la cisterna	3,5 m
Radio de la cisterna	1,75 m
Profundidad mínima de excavación	1 m(*)

(*) Varía de acuerdo a la pendiente y la dureza del suelo.



4.4. Replanteo para la construcción

1) Una vez determinado el sitio, limpiar el área eliminando restos de vegetación.

2) Se realiza una medida de 2 m desde la casa al inicio de la nueva construcción. Marcar con una estaca y realiza una medida de 1,75 m y colocar otra estaca.







3) Se toma como centro de la cisterna la estaca, y se marca a partir de ella, 2.25 m de radio para determinar el área de excavación y se mide una radio de 1.75m como referencia del área de la cisterna.

4) Posteriormente se marca con yeso o estuco el borde de excavación, el diámetro a cavar sera de 4,5 m.

4.4.1. Excavación del fondo de fundación

1) Comenzar a cavar una zanja con una profundidad de 1m con ayuda de la picota, pala y barreta (barreno) si tiene la necesidad de sacar piedras grandes que se encuentren al paso.





2) Amontonar la tierra extraída al borde de la zanja a unos 30 cm, ésta se utilizará para rellenar el contorno de la cisterna luego de su construcción.



3) Nivelar para que toda la superficie este uniforme horizontalmente y comenzar la construcción de la cisterna.

4.4.2. Verificación de resistencia del suelo

Las capas de superficie generalmente son poco firmes y por tanto no son buenas como sostén del contra piso de la cisterna. Al contrario las capas mas profundas del suelo son mas estables y resistentes.

Para verificar la resistencia del suelo de fundación se debe tomar en cuenta los siguientes pasos:



A Si al terminar cavar la profundidad indicada con la pala o la picota se hunde con facilidad a con poco dificultad se trata de un **terreno suave**, la cual es "mala" para construir el contrapiso. Por este motivo hay que escavar un poco mas hasta encontrar un suelo duro.



B Cuando entra con dificultad se trata de **un terreno semiduro** y este tipo del suelo es regular pero es recomendable cavar buscando un suelo un poco mas duro. Para lograr que el terreno suave tenga la firmeza necesaria se colocara una capa de piedra **(zampeado)**

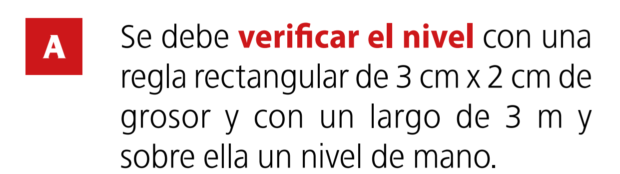


C Cuando al excavar entra con mucha dificultad se trata de un **terreno duro y compacto** es bueno para construir el contrapiso de la cisterna.

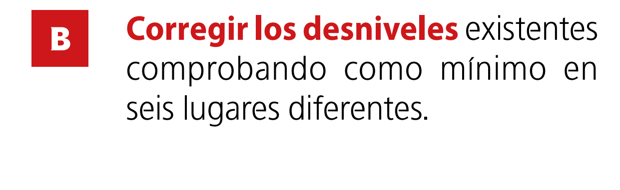
4.4.3. Nivelado del suelo de fundación







A Se debe **verificar el nivel** con una regla rectangular de 3 cm x 2 cm de grosor y con un largo de 3 m y sobre ella un nivel de mano.



B **Corregir los desniveles** existentes comprobando como mínimo en seis lugares diferentes.





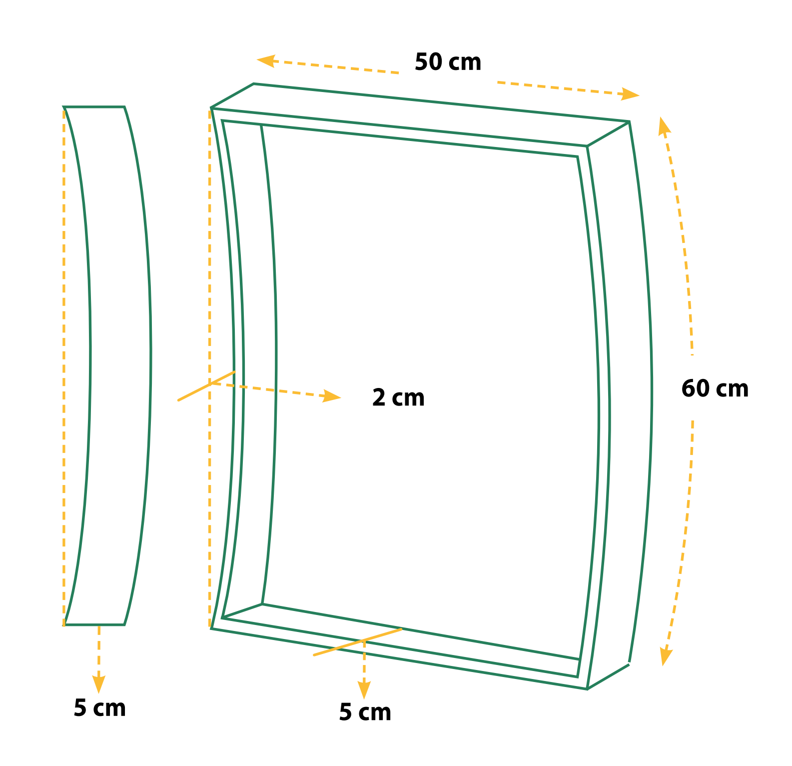
C En caso de que siga desuniforme se debe perfilar **(igualar) toda la zona excavada**, con el fin de tener una uniformidad constante, por ningún motivo es aconsejable rellenar, porque pondrá en riesgo la estabilidad de la cisterna.

4.5. Especificaciones para los moldes

4.5.1. Molde para la pared

El molde es fabricado con piezas rectangulares metálicas con una sección de 2"x1", según planos, tiene dos lados rectos (longitud 50cm) y dos lados arqueados (longitud de curva 60cm), para darle la curvatura deseada a la cisterna. Se debe construir por partes, es decir, cortar cuatro pedazos.

Las piezas deben estar bien soldadas, y posteriormente deben estar protegidas con pintura anticorrosiva.

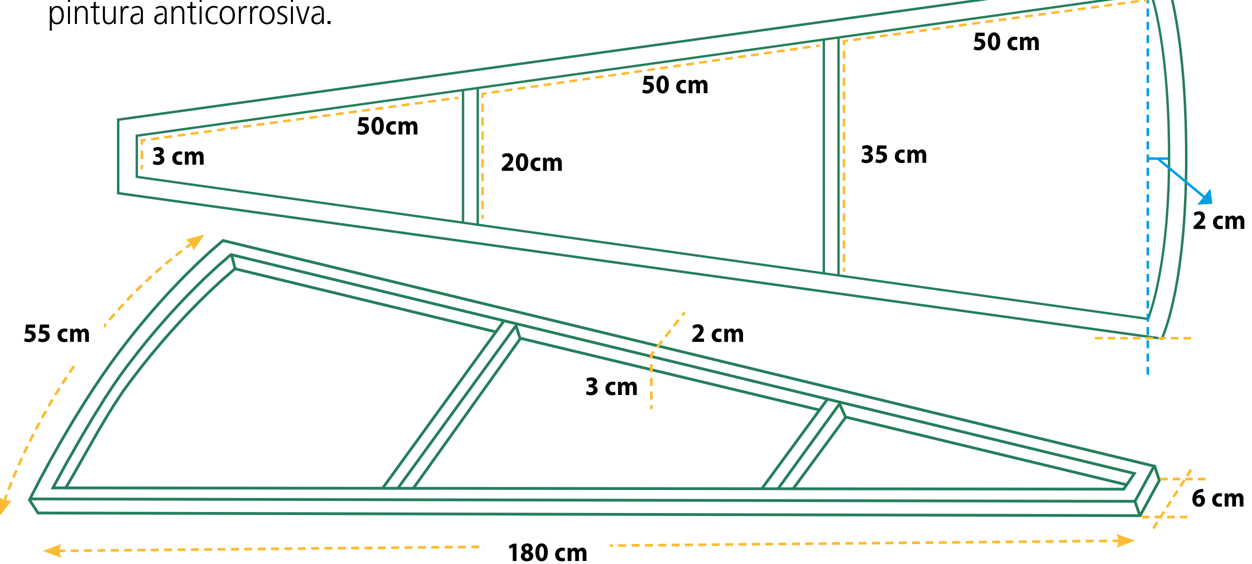






4.5.2. Moldes para techo

El molde es fabricado con piezas cuadrangulares metálicas con una sección de 1”x1”, según planos, tiene un solo lado curvo, como se muestra en la figura (longitud de curva de 55cm). Las piezas deben estar bien soldadas, y posteriormente deben estar protegidas con pintura anticorrosiva.



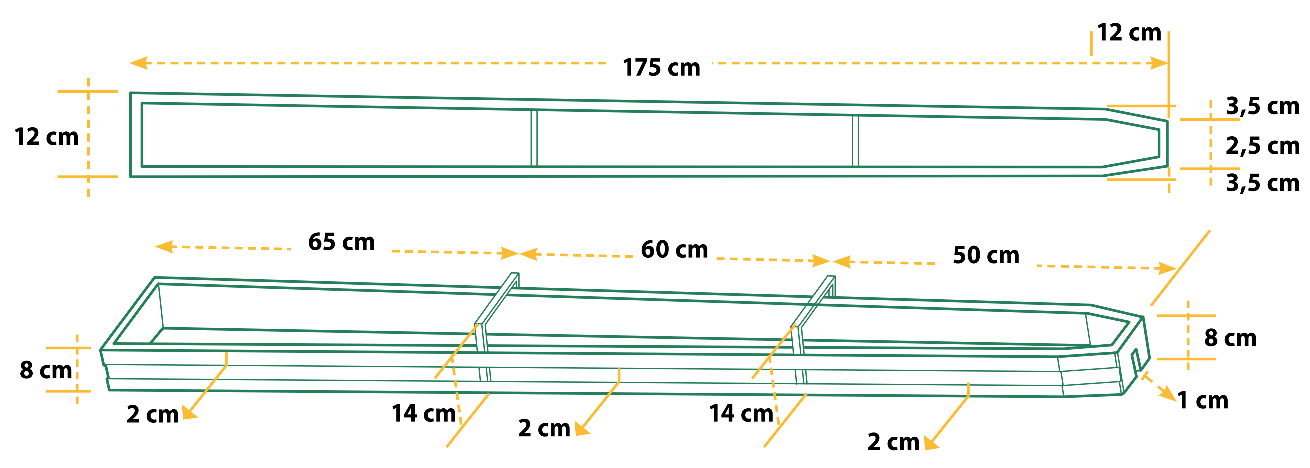


4.5.3. Molde para vigueta de techo

El molde es construido con piezas cuadrangulares metálicas de 1”x1” y con plancha de canaleta N°28, o puede ser de plancha de espesor 1/8”. Se deben tomar en cuenta las dimensiones y formas especiales de este molde según planos.

Las piezas deben estar bien soldadas, y posteriormente deben estar protegidas con pintura anticorrosiva.

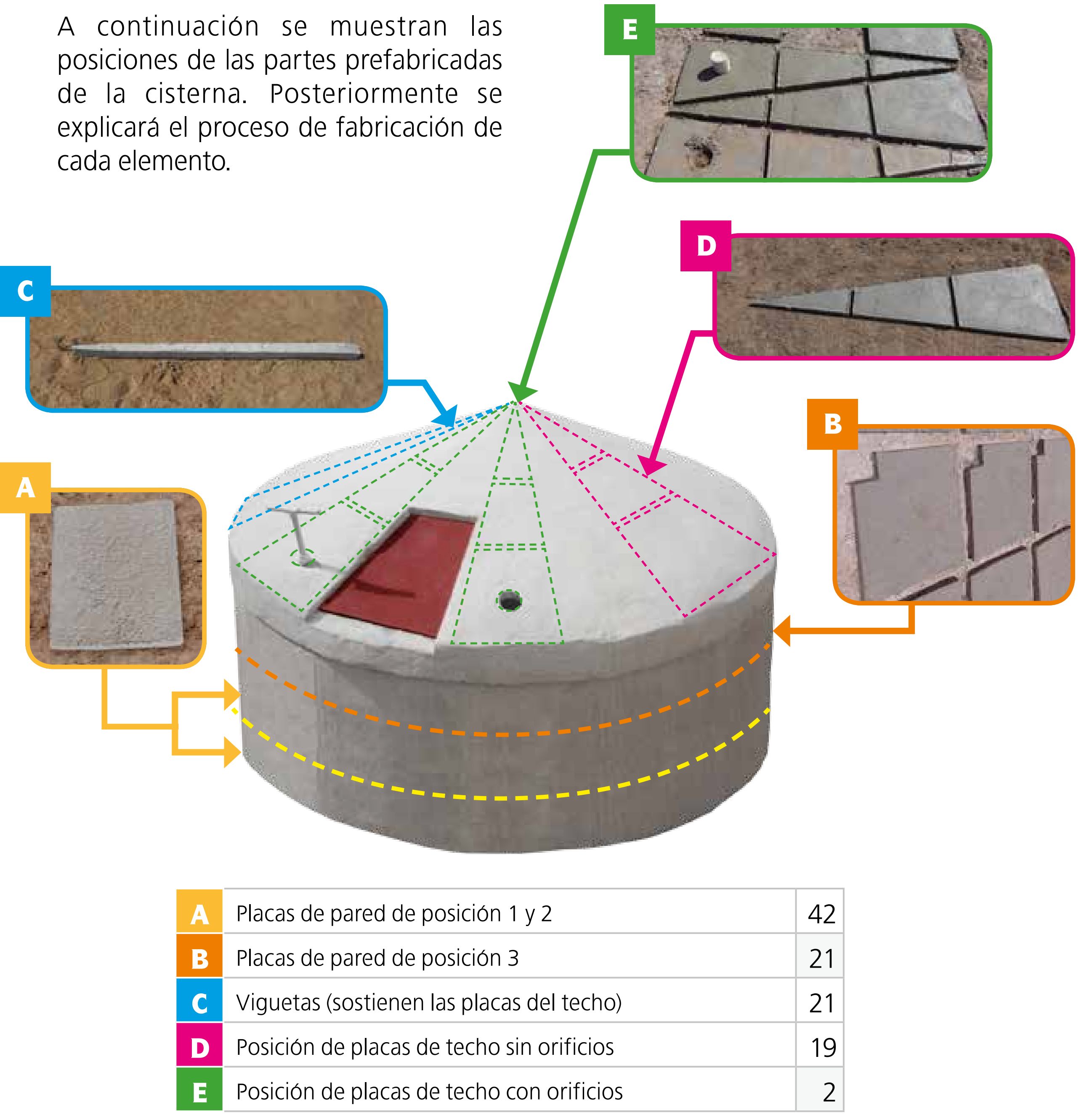






4.6. Construcción de elementos prefabricados

A continuación se muestran las posiciones de las partes prefabricadas de la cisterna. Posteriormente se explicará el proceso de fabricación de cada elemento.

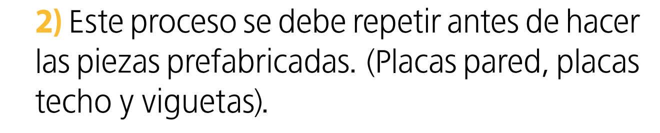


A	Placas de pared de posición 1 y 2	42
B	Placas de pared de posición 3	21
C	Viguetas (sostienen las placas del techo)	21
D	Posición de placas de techo sin orificios	19
E	Posición de placas de techo con orificios	2

Realizar cinco excedentes por cada pieza previniendo cualquier complicación.

4.6.1. Selección del área de trabajo

1) Limpieza del área donde se realizará la preparación (una superficie de 32 m²). Eliminar restos, basura y escombros. Realizar el nivelado para un optimo trabajo.



2) Este proceso se debe repetir antes de hacer las piezas prefabricadas. (Placas pared, placas techo y viguetas).







3) Para comenzar esparcir una capa de arena de 3 cm de espesor en la superficie de trabajo (6 carretillas aproximadamente).



4) Posteriormente nivelar con una regla de madera para que este uniforme.

4.6.2. Preparación de mezcla (Mortero)

Primero acopiar los agregados, cemento y agua en el área de trabajo. La mezcla a preparar debe tener una dosificación de 1:3, para cada tres carretillas de arena cernida (tamiz 5 mm de abertura) una bolsa de cemento. Ésta se utilizará para la fabricación de las placas de la pared y del techo. A continuación se muestran las 4 etapas la preparación:

1) Se miden y se amontonan 6 carretillas para dos bolsas de cemento de 50kg



2) Incorporar cemento y mezclar tres o cinco veces, hasta tener una mezcla seca homogénea.





3) Realizar un hoyo en el centro.

4

4) Echar agua en la mezcla y dejar reposar por unos 15 minutos, para que los componentes empiecen a unirse y formen una pasta semi fluida y trabajable.

4.6.2.1. Trabajabilidad de la mezcla (Mortero)

La mezcla debe tener la humedad adecuada a eso se llama **trabajabilidad**, esto se logra utilizando la cantidad exacta de los materiales por lo que se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos.



A) Mezclar de afuera hacia adentro para no desbordar el agua



B) Debe quedar una mezcla homogénea y húmeda. Siempre comprobar la trabajabilidad de la preparación.



Mezcla SI trabajable

C) Si se desliza lentamente la mezcla está húmeda pero no seca y es adecuada.



Mezcla NO trabajable

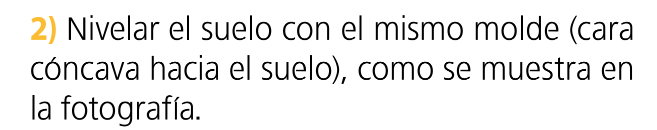
D) Si se desliza instantáneamente, tiene exceso de agua. No aumentar arena porque pierde su consistencia. Descartar esa preparación y hacer una nueva utilizando la parte de la mezcla que esté seca.

4.6.3. Construcción de placas para la pared

1) Colocar nuevamente un poco de arena y nivelar.







2) Nivelar el suelo con el mismo molde (cara cóncava hacia el suelo), como se muestra en la fotografía.





3) Limpiar el molde antes de usar, humedeciendo con un trapo con agua.



4) Llenar con la mezcla toda el área del molde, compactando la mezcla para obtener una masa uniforme evitando la presencia de orificios (cangrejeras) Por eso se debe compactar durante el proceso de fabricación.

5) Luego del compactado se debe eliminar el sobrante de la mezcla con una regla, como se muestra en la fotografía, hasta que dicha regla apoye el borde del molde (encofrado). Esta cara debe ser áspera para el agarre del revoque.


5

6) Realizar la extracción del molde tomando de las esquinas cuidadosamente evitando rajaduras en la placa o que quede un pedazo en el molde.


6


7

7) Fabricar por lo menos 42 placas, como previsión si se rompe alguna. Para las placas de la tercera fila se debe realizar un corte de 8x8cm en el mismo lado.


8

8) No afinar las caras de las placas, pues servirán para el agarre del revoque interior y exterior.

4.6.3.1. Curado de placas de la pared

- Una vez concluida la preparación de las placas, deben ser mojadas con agua durante siete días, dos veces por día, para obtener mayor resistencia. A este procedimiento se denomina curado.

- Al octavo día apilar todas las placas con mucho cuidado, seguir mojando de esta manera su fraguado adquirirá mayor dureza.



4.6.4. Construcción de las placas de techo

1) Para la construcción de las tapas de techo nuevamente se debe nivelar el área de trabajo, en este caso la parte plana abajo, al contrario de las placas de pared.



2) Rellenado con la mezcla mortero en el molde comenzando con la parte mas grande y así sucesivamente.





3) Compactar con el badilejo parte por parte para evitar que queden espacios vacíos, extraer el excedente hasta terminar y por último afinar.



4) Realizar la extracción del molde tomando de la punta más delgada hacia arriba. Tener cuidado para evitar que se deformen o se quiebren las placas

4.6.4.1. Curado de placas de techo







- Una vez concluida la prefabricación de las placas, no se debe olvidar de realizar la perforación en dos placas de la primera fila para el ingreso de la bajante y otra de la bomba, según se muestra en la fotografía, el diámetro de estos orificios corresponden a 10 cm aproximadamente, puede utilizarse una lata para hacerlo.

- **Importante:** Luego de 10 dias de fraguado (endurecido) apilarlas todas las placas cerca de la construcción para tener fácil acceso para armar la cisterna y seguir mojando con agua.

4.6.5. Construcción de viguetas de techo

1) Cortar un fierro corrugado de 8 mm de largo 1.85 m longitud, doblar un extremo del fierro en forma de "Jota" a unos 3 cm, éste formará el anillo de compresión.

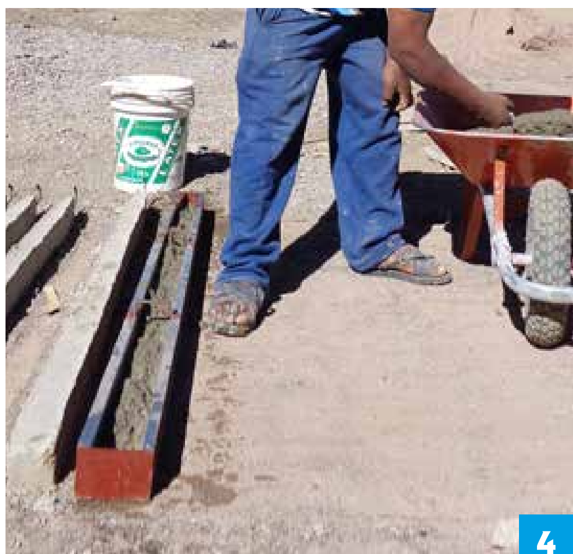


2) Previamente colocar arena en la superficie a trabajar, alisar con el mismo molde de la vigueta para nivelarlo.





3) Humedecer el molde interior para que permita que la mezcla llene todo el molde, limpiar especialmente la parte del orificio donde ingresará el fierro.



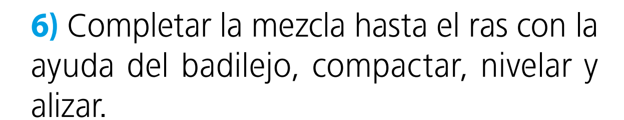
4) Colocar la primera capa de mezcla horizontal hasta la mitad del molde.

5) Insertar el fierro y verificar que llegue hasta al extremo del molde y al centro.





7) En el extremo más ancho de la vigueta biselar a una altura de 2 cm y 8 cm de largo, para que se apoye de mejor forma la vigueta en las placas de la pared.



6) Completar la mezcla hasta el ras con la ayuda del badilejo, compactar, nivelar y alizar.





8) Realizar la extracción del molde tomando de las agarraderas del molde. Tener cuidado al extraer el molde para que la vigueta sea de una sola pieza y resistente.

4.6.5.1. Curado de las viguetas de techo

- Una vez concluida la prefabricación de las viguetas, deben ser curadas con agua durante siete días, dos veces por día, para obtener mayor resistencia.

- **Importante:** Limpiar el molde quitando los restos de la mezcla de mortero, para evitar que se oxide y poder guardar para nuevos usos.



4.7. Construcción sistemática de la cisterna de placas prefabricadas

4.7.1. Colocado de la parrilla de losa maestra y central de losa

Una vez preparada la superficie de la base de fondo de la cisterna se arma la estructura de refuerzo de la losa, utilizando varillas de fierro corrugado de 8mm, en las posiciones que se indican en los planos. Esta armadura se debe colocar a una altura de 5cm del suelo de fundación. Posteriormente se coloca encima mezcla mortero en el contorno y en el centro. A continuación se muestra el proceso:





1) Se coloca una vara en el centro o eje central.



2) Se amarra la soga con una longitud de 1,75 m exactamente.

3) Se traza el perímetro exterior de la cisterna con cal con un diámetro de 1,75 m.

4) Entrecruzan cuatro varillas de fierro corrugado de 8 mm de diámetro y de 3.5 m de largo por la mitad (1,75 m) uniéndolos con alambre de amarre.









5) Luego se coloca el anillo externo a 1,75m formando la circunferencia con el alambre y uniendo con alambre.

6) Después se procede a la segunda anilla a 125 cm del centro, luego a 75 cm y por último a 25 cm, siempre realizando el empalme con alambre.

7) Sobre la ultima anilla de la parrilla se coloca una mezcla de hormigón con un ancho de 30 cm y un espesor de 10 cm.



8) Extender la mezcla hasta lograr completar el circulo final de la parrilla, que se denomina faja maestra. Igualar con el nivel y un trozo de madera.





9) Realizar la central de losa de 60 cm y un espesor de 10 cm, ésta será la guía del centro. Es importante que esté alineada con la losa maestra.



10) Verificar la nivelación porque esta sostendrá el colocado de las placas de pared, a esto se llama losa maestra de la losa de fondo.

4.7.2. Armado del muro

Para el montaje de las placas de la pared se debe haber realizado previamente la construcción de la losa maestra. Para el armado de la pared se necesitan 21 placas en cada fila. En la tercera fila se colocan las placas que fueron construidas con el corte de 8x8cm, como se muestra en la fotografía. Este orificio sirve para apoyar las viguetas del techo. A continuación se muestra el proceso:





1) Primero realizar la limpieza de las placas con una escoba de cerdas duras, con el propósito de retirar la arena adherida en las placas.



2) Luego de fraguar durante 2 ó 3 horas la faja maestra se vuelve a marcar la circunferencia de radio 1,75 m.

3) Colocar una mezcla de mortero de 3 cm de espesor con un ancho de 5 cm en el perímetro marcado de la faja maestra.



4) Colocar inmediatamente la placa de la primera fila por fuera del diámetro del circulo trazado. No humedecer la base de la placa para lograr una mejor adherencia.







5) Colocar la siguiente placa sujetando con un **gancho de sujeción**, para que estén alineadas verificar la verticalidad con una plomada y la horizontalidad con nivel de mano. Es muy importante realizar este procedimiento para la estabilidad de la cisterna.



6) Se las une emboquillando con mezcla de mortero. Apoyar una regla metálica de 60 cm, la cual se apoya en la parte interior y se llena con mezcla por fuera.

7) Una vez construida la primera fila de placas de muro, se deben sacar los ganchos de sujeción a medida que se va colocar la segunda fila de placas de muro.

8) Para el colocado de la segunda fila se debe humedecer con agua las placas de la primera fila en la parte superior para una mejor unión con la mezcla mortero.









9) Se coloca una capa de 2 x 3 cm de espesor de mezcla mortero.

10) Colocar la primera placa de la segunda fila en medio de las intersecciones de las placas inferiores. Una persona debe sostener la primera placa.

11) Colocar el gancho de sujeción para facilitar el agarre con la otra placa, luego **introducir la mezcla de mortero** y esperar que vaya fraguando y proseguir con la siguiente placa.

12) A medida que se avance verificar con la plomada y nivel de mano el colocado de cada placa. Tomarse el tiempo necesario para este proceso de esto dependerá la verticalidad de la pared de la cisterna.



11



12



13

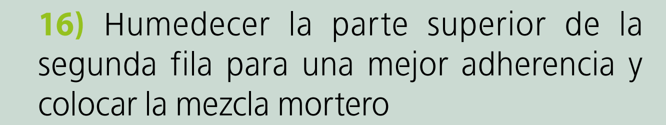


14

13) Es importante realizar el rellenado de la mezcla por la parte externa apoyando una regla metálica de 60 cm en la parte interna realizando el compactado.

14) Una vez concluida hasta la placa 20 se deja un espacio que sirve como ingreso para el vaciado de la losa de fondo de la cisterna.

15) Para la tercera fila se debe usar las placas con aberturas laterales de 8x8 cm las cuales sostendrán la viguetas de tapa.



16) Humedecer la parte superior de la segunda fila para una mejor adherencia y colocar la mezcla mortero







17) Colocar las placas sosteniéndolas con los ganchos de sujeción. Dejar las abertura en la parte superior de la pared.

18) Realizar la verificación de horizontalidad con el nivel de mano y la verticalidad con la plomada.

19) Quitar con cuidado los ganchos de sujeción de la segunda fila para colocar las placas de la tercera fila.

20) Para optimizar el tiempo se puede colocar las placas correlativamente sin necesidad de la mezcla de unión.


19


20


21


22

21) Rellenar y compactar las intersecciones por el exterior ayudándose con la regla de 30 cm por el interior.

22) En la tercera fila se dejaran dos placas para ingresar las herramientas necesarias para realizar la losa de fondo.

4.7.3. Construcción de losa de fondo

La mezcla usada para la losa de fondo tiene la dosificación cemento, arena y gravilla (1:3:3), para lograr mayor resistencia, debe tener un espesor de 10cm. La losa de fondo soporta el peso del cuerpo de la cisterna y el agua a ser almacenada.





1) Realizar la limpieza eliminando restos de mezcla y rastrojo de la superficie. Con un cepillo metálico limpiar de oxido los fierros.



2) Una vez preparado el hormigón se debe realizar el traslado al interior de la cisterna, aproximadamente unos 10 baldes.

3) Acomodar y compactar la mezcla con badilejo en toda el área de la losa, manteniendo una uniformidad de 10 cm de espesor.



4) Compactar y nivelar la mezcla de hormigón con una regla metálica. La superficie debe quedar áspera para mejor adherencia del revoque impermeabilizante, que se colocará posteriormente.





5) El nivelado debe tomar de referencia el centro de la cisterna, concluido este proceso salir por la misma abertura.



6) Para finalizar colocar las tres placas faltantes en cada fila para que el fraguado sea homogéneo.

4.7.4. Amarrado y tesado de placas de la pared con alambre galvanizado

Luego del curado se realiza el amarre y tesado de las placas de las paredes con alambre galvanizado N°12, en cada fila de placas debe existir 8 vueltas, se empieza desde la parte inferior, hasta el borde superior de la cisterna.





1) Extender el alambre para evitar que se enrede, se necesitará 300 m en total.



2) Comenzar a girar alrededor de la estructura de la cisterna de abajo hacia arriba con una separación de 7,5 cm (tesando 8 vueltas por placa).

3) En la parte superior reforzar dando 3 a 4 vueltas mas, esto sostendrá y enganchara las viguetas de la tapa.

4) Si no se logra el tesado del alambre, volver a hacerlo usando un trozo de fierro curvado.







5) Colocar debajo del alambre el tesador y tesar cada fila de alambre, algunas veces puede dar vueltas, otras solo se dobla, comenzar de abajo hacia arriba. Se debe tener cuidado de que no se rompa.



6) Si aún percibe algún alambre suelto doblar levemente con la ayuda del tesador al lado opuesto y realizar este procedimiento del tesado uno por uno.

4.7.5. Revoque externo de la pared de placas prefabricadas

El revoque de la pared se realiza por medio de tres capas o procesos (agarre, gruesa y afinado o igualado), los cuales tienen la misma dosificación 1:3, lo que permite un acabado estético.





1) Antes de poner el revoque mojar toda la pared exterior, ésto ayudará a la adherencia de la mezcla mortero cuando se la aplique manteniendo su humedad.



2) Con la mezcla mortero se procede a revocar con **la primera capa de agarre**, con ayuda del badilejo se lanza con fuerza a la pared la mezcla mortero como una especie de golpeteo (chicoteo), de 1 cm de espesor.

3) La segunda capa gruesa se extiende emparejando con el frotacho, dándole la forma circular a la cisterna. El grosor necesario será de 1 cm.

4) Con ayuda del frotacho de aplica la capa fina de mezcla mortero. La finalidad de esta capa es corregir irregularidades y mejorar la forma circular de la cisterna.









5) Se debe emparejar y tesar el alambre de soporte para que no perjudique el alisado del frotacho.

6) Al terminar se debe notar sólo el alambre en la abertura de descanso para el colocado de la vigueta de tapa.

4.7.6. Revoque interno de pared de placas prefabricadas

Para el revoque de la pared y el piso interior debe agregarse una solución impermeabilizante (Hidrófugo) en el agua para el preparado de la mezcla. Se aplican las tres capas (agarre, gruesa y fina o igualado), ésta última es la principal capa aisladora de fuga de agua almacenada. El espesor del revoque debe tener como mínimo 2 cm.





1) En un turril de agua llenar 180 litros, incorporar 20 litros de hidrófugo. Esta preparación será usada para elaborar la mezcla para el revoque de la pared interior y de la losa de fondo.





2) Realizar un raspaje superficie con el badilejo para eliminar restos de las juntas. Humedecer en su totalidad todo el interior de la cisterna para aplicar el mortero.

3) Realizar el revoque con fuerza sobre la pared (capa de agarre), tener en cuenta que cuando se comienza se debe terminar.

4) Posteriormente se coloca la segunda capa, realizando un compactado manual de abajo hacia arriba (capa gruesa)







5) Una vez fraguado por 15 minutos se procede a realizar un afinado superficial (capa fina) con el frotacho, se utilizara una mezcla fluida para dar la forma circular de la cisterna.



6) Terminado este proceso se comienza con el revoque de la losa de fondo con 2 cm de grosor. Previamente se humedece, se empieza de un lado y se concluye en el mismo lugar colocando las tres capas de mezcla (agarre, gruesa y fina). Posteriormente realizar el curado por 7 días.

4.7.8. Montaje de las viguetas para las placas del techo

Para el ensamble de las viguetas se debe esperar el fraguado del revoque interior y exterior por lo menos 7 días para proceder a la construcción de la tapa de la cisterna. Contar con una viga de 4 m de largo de 15x10 cm que servirá de andamio. Para el encofrado un puntal de 2,2 m de largo y 12 cm de diámetro y una rueda de 54 cm de diámetro por 2,5 cm de grosor.





1) Concluidas las anteriores etapas rellenar el contorno externo de la cisterna con la tierra que se ha cavado, remover la tierra vegetal y rellenar la tierra común.



2) Se prepara el encofrado de sujeción del techo, usando el puntal y la rueda de madera. La rueda es reforzada como se muestra para sostener el peso de las viguetas entre otros elementos del techo.

3) Colocar la viga de 4m sobre las paredes de la cisterna, ubicar en la parte central de la cisterna el encofrado de sujeción del techo.

4) Para la extracción del puntal no olvidar colocar en la parte del piso una tabla de 30x20cm y 2,5 cm de espesor, donde descansará el encofrado de sujeción del techo, ésta además debe estar alineada y nivelada correctamente.









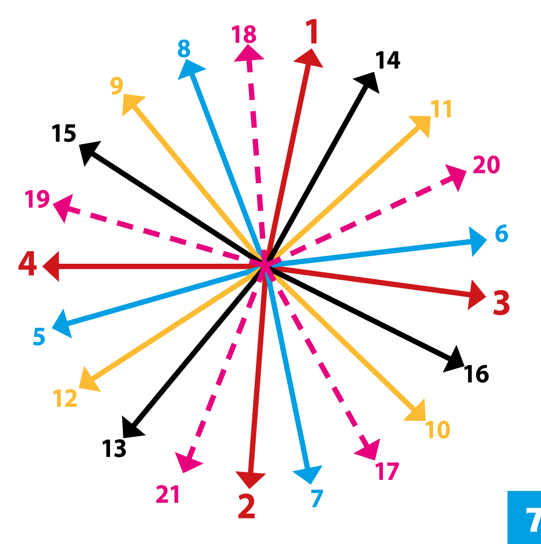
5) Limpiar las 21 abertura de descanso utilizando un martillo, eliminar todas las aristas sobrantes de mezcla mortero del revoque interno y externo para mejor apoyo de las vigas.



6) Se debe contar con todos los materiales requeridos en el lugar: el alambre galvanizado, el mismo que se usó en el refuerzo de la pared, las placas de tapa y las viguetas puestas en abertura de descanso.

7) Colocar las viguetas según la secuencia numérica para no desequilibrar el encofrado de sujeción del techo, seguir lo indicado en la figura. Primero colocar 4 viguetas en forma de cruz debidamente alineadas y centrar bien el encofrado.

8) La **vigueta 1** se posiciona entre el encofrado y la pared de la cisterna. Siempre tener cuidado que los ganchos de las viguetas estén hacia arriba.



7



8



9

9) Las viguetas de la 2 a la 4 se colocan y se van centrando a la vez, hasta que se compruebe que el encofrado de sujeción este en el centro de la cisterna. Posteriormente sujetar o marcar las cuatro viguetas.



10

10) Seguir jalando la vigueta 3 y la vigueta opuesta 4 para mantener el equilibrio Luego son colocadas el resto de las viguetas.

11) Una vez colocadas todas las viguetas se las va alineando para que estén centradas, éstas no deben sobresalir de la superficie de la cisterna.



12) La dirección de las terminales de fierro de las vigueta deben apuntar hacia arriba, preparar el alambre de amarre de 3 m en círculos sueltos.



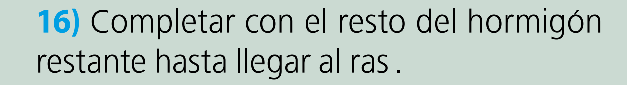


13) Con el cepillo metálico eliminar el oxido de las puntas de fierro corrugado, luego humedecer para que se adhiera la mezcla de hormigón.



14) Verter un balde de mezcla de hormigón para formar el cilindro de compresión. Luego rellenar y compactar bien la mezcla, tratar de llegar a todos los espacios posibles. Esto se hace con una varilla para evitar espacios vacíos o cangrejeras.

15) Compactar la mezcla con ayuda del badilejo lo más fuerte que se pueda.



16) Completar con el resto del hormigón restante hasta llegar al ras .









17) Compactar nuevamente hasta lograr un superficie homogénea.

18) Al extremo del alambre de amarre realizar una atadura en forma de anilla .

19) Realizar la atadura inicial ensartado la anilla de alambre galvanizado en una de las terminales de fierro de las viguetas .

20) Comenzar a girar por debajo de las saliente de las terminales de fierro tratando de tesar lo mas posible.









21) Utilizar casi todo el alambre y con ayuda de las tenazas tensar lo más fuerte posible.

22) Amarrar con un pedazo de alambre, de forma cruzada en los ganchos, para evitar que se suelte.

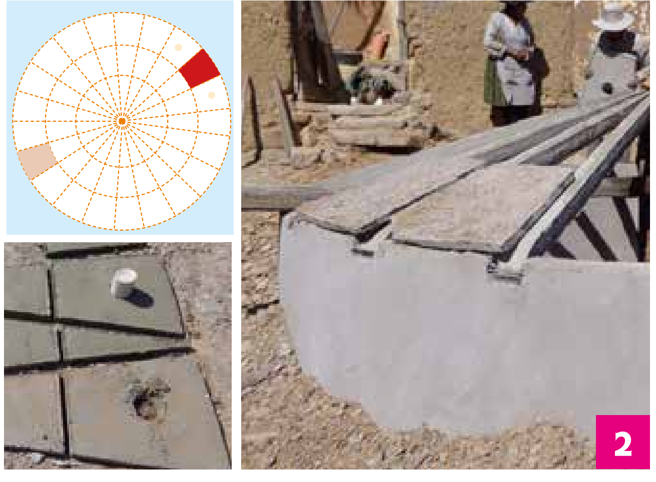
4.7.9. Colocado de placas de techo

Se realiza inmediatamente después de haber terminado de la sujeción de las vigas de la cúpula. Para esta tarea acopiar las placas cerca de la cisterna, replantear la posición de la compuerta de entrada y los orificios de ingreso de agua y de la bomba manual.





1) Por el espesor de las placas prefabricadas o por el manipuleo pueden tener algunas fisuras o roturas. El constructor debe decidir si utilizar esas placas o reemplazarlas por otras.



2) Colocar las placas de la primera fila, calzar entre las viguetas de manera exacta. Dejar dos espacios para viga de 4 m que sirve de apoyo al momento del revoque. En un extremo se coloca la compuerta de ingreso y a sus lados las placas con aberturas para la bomba y la bajante.

3) Proseguir con la segunda fila del mismo modo. Es importante colocar la cara afinada por dentro y la áspera por fuera para una mejor adherencia del revoque.

4) El colocado de la tercera fila se debe realizar de la misma forma. Seguir el mismo orden, si es necesario limpiar las aristas de las placas.









5) Colocar más mezcla de hormigón en la cúpula de tapa y la anilla de compresión al igual que las intersecciones. Con ayuda del badilejo darle forma redondeada y compactarla.

6) Revisar que todas las placas de techo estén centradas en las viguetas. Emboquillar con mortero las 21 aberturas de descanso de viguetas.

4.7.10. Colocado de la compuerta de ingreso



La compuerta de ingreso es colocada antes de realizar el revoque del techo. Ésta debe fijarse muy bien, colocarla al nivel del revoque que luego será vaciado en el techo.



1) Humedecer la superficie del espacio que se dejó para el colocado de la compuerta.



2) Colocar mezcla mortero de 10 cm en todo el borde para que se asiente la compuerta.

3) Colocar la compuerta y centrar con cuidado sobre la mezcla mortero, mantenerla alineada.

4) Golpear las esquinas de la compuerta para que se adhiera a la mezcla mortero.


3


4


5


6

5) Extraer el excedente de la mezcla mortero que sobresale de los laterales de la compuerta.

6) Al mismo tiempo reforzar el rellenado de las 21 aberturas de descanso con la misma mezcla mortero.

4.7.11. Revoque exterior del techo

Con el revoque exterior se cubre todo el techo y se construye el cinturón de refuerzo, se deben aplicar las tres capas (agarre, gruesa y fina), para evitar fisuras u otras anomalías que se pueden presentar. También se debe cubrir con algún material que impida la perdida de agua durante el fraguado.





1) Para el colocado del cinturón de refuerzo se debe usar una soga de 1.5 cm de diámetro y largo de 14 m alrededor del contorno de la cisterna a una altura de 10 cm.



2) Tensar fuertemente y sujetar la unión de las sogas con alambre de amarre para que no se suelte al momento de colocar la mezcla mortero.

3) Humedecer con agua toda la parte superior de la tapa para facilitar la adherencia del material y mantener la humedad de la mezcla mortero.

4) Colocar una capa de mezcla para hacer el cinturón de refuerzo usando la soga como referencia del grosor, compactar con el badilejo y mantener la circularidad.









5) Comenzar a colocar la primera capa (agarre) con la mezcla de mortero empezando por el lugar de la compuerta de ingreso y extendiéndolo de un lado a otro.

6) Extender la mezcla mortero utilizando una regla metálica de 1,5 m de largo hasta logar un grosor de 2 cm. Empezando de un extremo a otro.

7) Se coloca la segunda capa (gruesa) y alisar en forma general con un poco de agua eliminando irregularidades.

8) Con una capa mezcla fluida (fina) realizar el afinado de toda la superficie. Este paso se realiza con el constructor apoyado sobre la vigueta andamio.









9) Realizar la limpieza de la compuerta eliminando residuos de mezcla mortero, para evitar que se endurezca y no pueda abrirse la compuerta de ingreso.

10) Retirar la vigueta andamio que sirvió de soporte para colocar la placa faltante.

11) Colocar la placa faltante en su posición y humedecer para que se adhiera mejor la mezcla mortero.

12) Rellenar con mezcla mortero, aplicando las tres capas de revoque anteriormente mencionadas y uniformar la superficie.









13) Reforzar con mezcla mortero en los contornos para unir mejor las separación. Retirar la soga del contorno de la cisterna.





14) Afinar los bordes de la cisterna, retirar el material sobrante que quedó al retirar la soga y limpiar la compuerta de ingreso con trapo húmedo. Mojar la cisterna dos veces al día durante 15 días.

4.8. Impermeabilización de la cisterna

4.8.1. Impermeabilización interior (pintura tapa poros)

1) Esperar 15 días para el fraguado, luego se deja secar el interior con la compuerta abierta, por unos cuantos días. Antes de comenzar a pintar comprobar que las paredes y la losa de fondo estén bien secas, sin presencia de humedad.





3) Aplicar un total de tres capas de pintura impermeabilizante, esperando el secado de la primera para comenzar la siguiente y así sucesivamente. Luego dejar secar tres horas y verificar si la pintura se ha modificado según las especificaciones del fabricante, que puede ser una capa engomada, o color uniforme.

2) Introducir una escalera e ingresar al interior de la cisterna por la compuerta de ingreso con la mezcla de pintura y un rodillo.





4) Esperar por lo menos 8 días de secado sin la presencia de humedad y manteniendo la compuerta abierta.

4.8.2. Impermeabilización exterior (pintura látex)

1) Previamente limpiar la superficie exterior de la cisterna con un cepillo pequeño para limpiar polvo y otras impurezas.

2) Realizar la preparación de la pintura para aplicar en todo el área visible de la cisterna (alrededor de $20m^2$). Usar una dosificación de 1:1 para la preparación de la pintura.







3) Pintar con un rodillo toda la superficie exterior de la cisterna, una o dos capas serán suficientes.



4) Dejar secar por 2 ó 3 días. Los colores claros reflejan los rayos solares y mantienen baja la temperatura, evitando la evaporación del agua y manteniendo el agua y sus propiedades por más tiempo.

4.9. Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP)

4.9.1. Proceso constructivo del Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP)

En este proceso se construyen las canaletas, la instalación y conexión de tubería PVC desde el techo hasta la cisterna y el colocado de la bomba manual.

4.9.1.1. Materiales para la elaboración del SCAP

Nº	Descripción del material (Techo de 6m)	Cantidad	Unidad
1	Plancha galvanizada Nº 28 (Ancho 33 cm)	14*	m
2	Alambre galvanizado Nº 18 (rollo)	1	kg
3	Gancho de sujeción (platino) 10 mm	1**	pieza
4	Clavo de 3"	0,25	kg
5	Tubo PVC de drenaje de 3" (1 barra)	12	m
6	Codo de 45º PVC de 3"	2	piezas
7	Codo de 90º PVC de 3"	1	pieza
8	"Yee" PVC de 3"	1	pieza
9	Alambre de amarre	0,10	kg

(*) Varía de acuerdo al largo del techo (1m restante para dobles y anilla), (**) Varía de acuerdo al largo del techo (1 gancho por metro)

4.9.1.2. Herramientas especificas


Molde pequeño de 60 x 8cm


Molde mediano de 60 x 10cm


Taquito de madera


Tijera metálica


Formón

4.9.2. Proceso de construcción de la canaleta

El material usado para la construcción de la canaleta es una plancha de calamina N°28 con un ancho estándar de 33cm. Para una mayor duración de la canaleta se debe soldar las uniones. Los pasos son descritos a continuación:





1) Medir el largo del techo donde se colocara la canaleta, esto determinará cuanto material se usará.

2) En una superficie plana, preferiblemente de cemento, extender la plancha y cortar de acuerdo a la longitud medida anteriormente e incrementar 35 cm para el doblado de las puntas de la canaleta y la construcción del anillo de conexión de la canaleta con el codo PVC.



3) En cada extremo de la plancha marcar 10cm para el doblado respectivo..



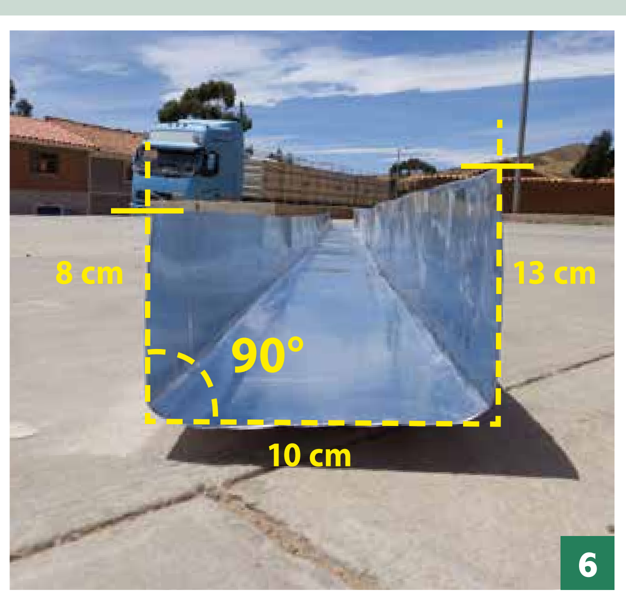


4) Se introduce a uno de los laterales de la plancha el molde de 8 cm, luego se procede a doblar moviendo el molde de un lado al otro, ida y vuelta.



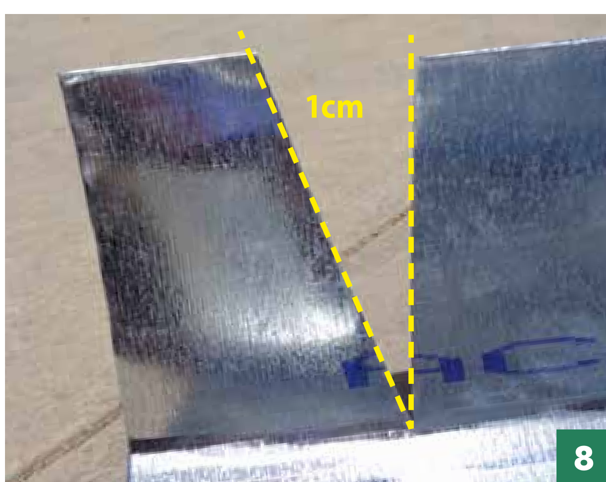
5) En el otro lateral se introduce el molde de 10 cm y se realiza la misma operación.

6) Realizado el doblado de 8 cm, éste ira apoyado a la pared y el segundo de 10 cm apoyado hacia la pared. El lado más alto (10cm) sirve para que no se desborde el agua de lluvia. Se debe revisar que los dobleces tengan un ángulo de 90°.



7) Para realizar las tapas laterales, se corta en línea recta en los laterales a una distancia de 8 cm medidos anteriormente. Para esto se utiliza tijera para cortar plancha metálicas.





8) En el lugar del corte se mide 1 cm, se corta en bisel hasta llegar a la línea cortada anteriormente hasta la base, formando letra "Ve". Esto se repite al otro lado y en ambos extremos.

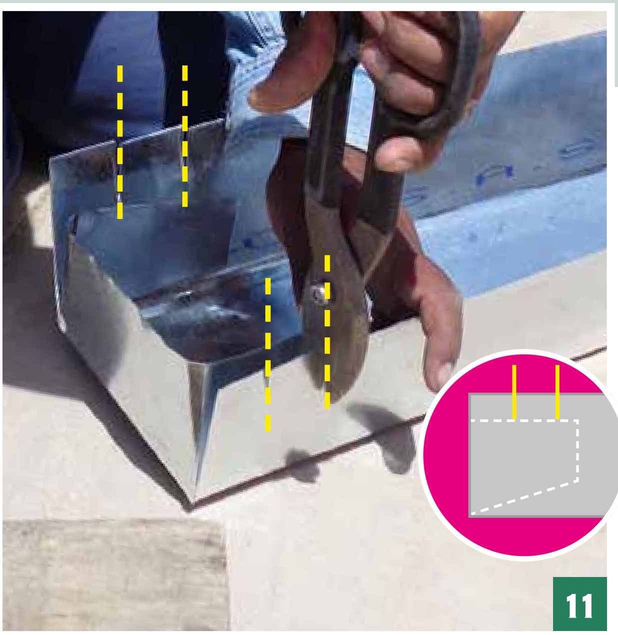


9) Colocar el bloque de madera. Los segmentos de canaleta que quedaron libres se doblan hacia adentro para sujetar la parte central.

10) Doblar el segmento final de plancha hacia el bloque, dando golpes con un martillo (formar un ángulo de 90º).

11) Hacer 2 cortes a cada lado, ésto ayudará a sostener el segmento final doblado y formar la caja.









12) Doblar los segmentos laterales hacia dentro para que sostenga el segmento anteriormente cortado para formar la caja.

13) Realizar la tarea con calma y revisando varias veces que quede bien seguro. Realizar la misma tarea en el otro extremo de la canaleta.

4.9.3. Proceso de construcción de la anilla bajante

Es una pieza que permite conectar la canaleta con el codo o el semicodo de 3”, esta anilla debe ser construida según la fotografía o los planos. A continuación se explica brevemente este proceso:





1) Primero crear un orificio en la canaleta donde será instalada la anilla, marcar con cuidado y con mano firme el diámetro circular del tubo PVC que se colocará como bajante de la canaleta.



2) Se procede a cortar con ayuda del formón y el martillo.

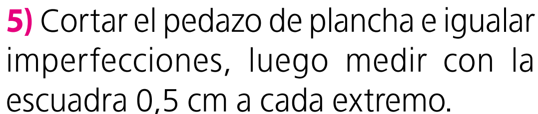
3) Tener cuidado al momento de extraer el circulo sobrante, puede presentar aristas que pueden cortar, con el lado opuesto del martillo igualar y eliminar esas aristas.



4) Tomar un pedazo de plancha de 32 cm de largo y un ancho de 7 cm, con un ángulo de 90°, utilizar la escuadra para igualar los 4 lados, formándose un rectángulo perfecto de 32x7cm.






5) Cortar el pedazo de plancha e igualar imperfecciones, luego medir con la escuadra 0,5 cm a cada extremo.



6) Apoyar en el taquito y doblar la calamina a 0.5 cm marcados.

7) Luego de doblar cada extremo a diferente lado uno de un lado para enganchar los dos extremos. Se toma como referencia el grosor del tuvo de PVC.

8) Para un mejor enganche golpear con el martillo la intersección sobre el tuvo de PVC hasta que mantenga naturalmente la forma cilíndrica.





7



8



9



10

9) Con ayuda de una tijera para metal, realizar 20 cortes de 1 cm de largo, a una distancia similar entre éstas. Las pestañas servirán de sujeción de la anilla a la canaleta.

10) Para que tenga resistencia se debe doblar a 90° de forma intercalada, es decir, una si otra no.

11) Terminadas las dos piezas se procede a unirlas, revisar que lo dobleces de la anilla de bajante de tubería estén debidamente intercalados.

12) Encajar en la abertura de la canaleta las pestañas.


11


12


13

13) Comenzar a doblar hacia la base de la canaleta las pestañas como se indica en la fotografía.


14

14) Revisar que no haya aberturas grandes. Si hay fugas mezclar arena con alquitrán y colocar sobre la abertura de la canaleta o también se puede realizar la soldadura con estaño.

4.9.4. Proceso de construcción de ganchos de platino

1) Se utilizará platino de fierro de construcción de 10 mm de ancho y de longitud 55 cm.

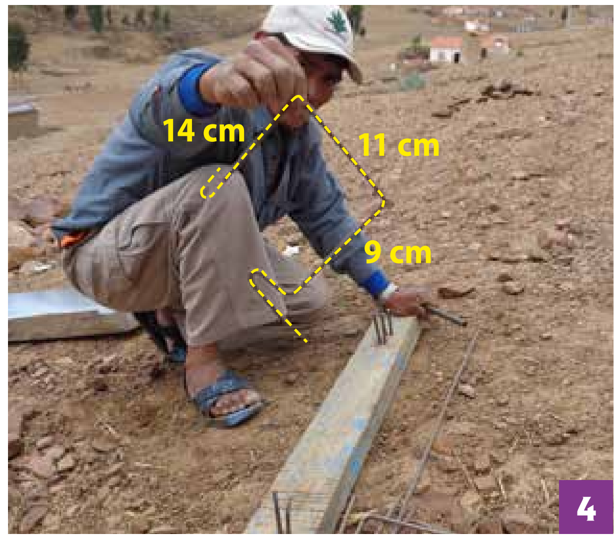


2) Con la cierra mecánica cortar. Se colocaran ganchos de sujeción cada 1 m, la cantidad dependerá de la longitud de la canaleta.





3) Llevar al molde de doblado, tomando en cuenta las medidas de la canaleta en sentido transversal.



4) Luego de los doblados se forma como un cuadrado sin la unión de arriba de ahí se sujetará a la pared.

4.9.5. Colocado de la canaleta en el techo de la vivienda

1) Colocar los ganchos de sujeción en la canaleta teniendo en cuenta que el lado más corto irá cerca la pared.



2) Entre dos personas se calcula el lugar donde se colocarán las canaletas en el techo.



3

3) Sujetar uno por uno los ganchos de sujeción a la pared y al techo. Revisar la caída de las canaletas con agua hacia el orificio o conexiones con las bajantes.



4) Verificar que las canaletas estén colocadas correctamente, si es necesario reforzar la sujeción de las esquinas con alambre galvanizado N° 18 en los clavos de la calamina y en el interior de las tejas.

4.9.6. Colocado de la bajante hacia la cisterna

1) En la anilla de la canaleta se coloca el codo o semicodo según sea el caso, medir la distancia hasta el orificio de la cisterna.

2) Cortar el tubo PVC (bajante) y colocar el codo o semicodo según sea el caso.



1



2



3



4

3) Colocar el codo o semi codo según corresponda para el ingreso a la cisterna.

4) Una vez instalados los componentes, ya se puede realizar la captación de agua o cosecha de lluvia.

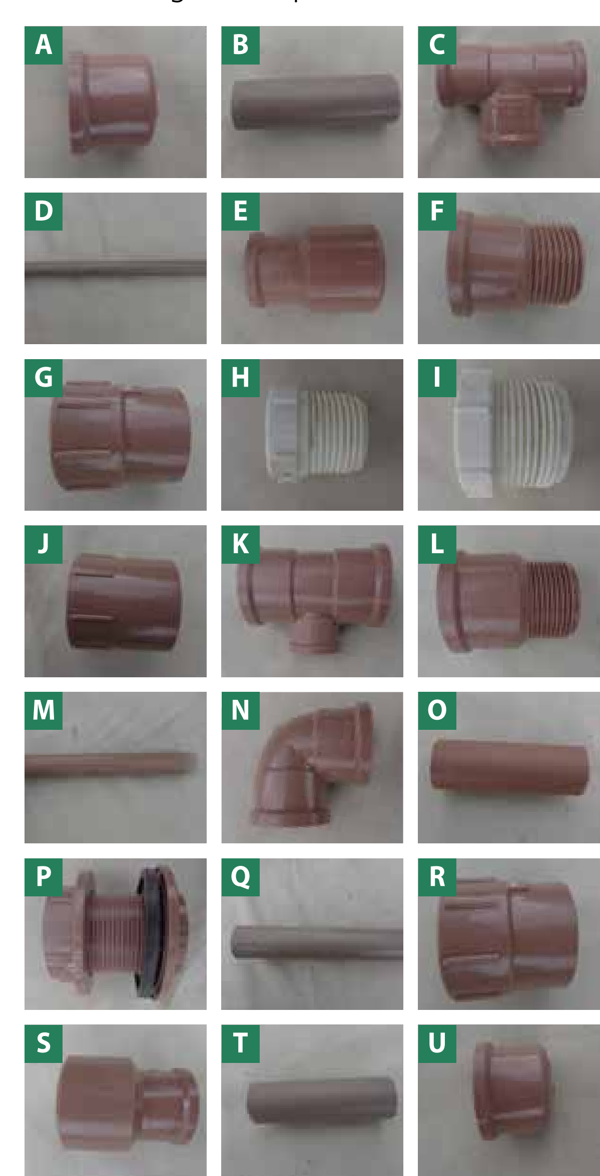
4.10. Construcción de bomba hidráulica manual

4.10.1. Bomba hidráulica manual Modelo Nº 1

4.10.1.1. Componentes

	Descripción
A	Tapón de PVC ½"
B	Tubo plástico de PVC ½", long=15cm
C	T (Tee) de PVC ½"
D	Tubo de PVC ½", longitud = 2.20m
E	Reducción de PVC ¾ a ½" (Hembra)
F	Niple de PVC ¾"
G	Copla de PVC ¾"
H	Reducción de PVC ¾ a ½" (Macho)
I	Reducción de PVC 1 ½" a ¾" (Macho)
J	Copla de PVC 1 ½"
K	T (Tee) de PVC 1 ½" a ¾"
L	Copla de PVC 1 ½"
M	Tubo de plástico PVC ¾" de 30 cm
N	Codo de PVC ¾"
O	Tubo plástico PVC ¾'' de 10 cm
P	Flange de PVC 1 1/2"
Q	Tubo plástico de PVC 1 ½" 200 cm
R	Reducción de PVC 1 ½" a ½"
S	Tapón PVC de ½"
T	Tubo PVC ½" 10 de 10 cm
U	Tapón PVC de ½"

Tiene las siguientes partes:



4.10.1.2. Montaje

A C A B B D E F G

Soporte de bomba

H I K J N O M P L Q R S T U

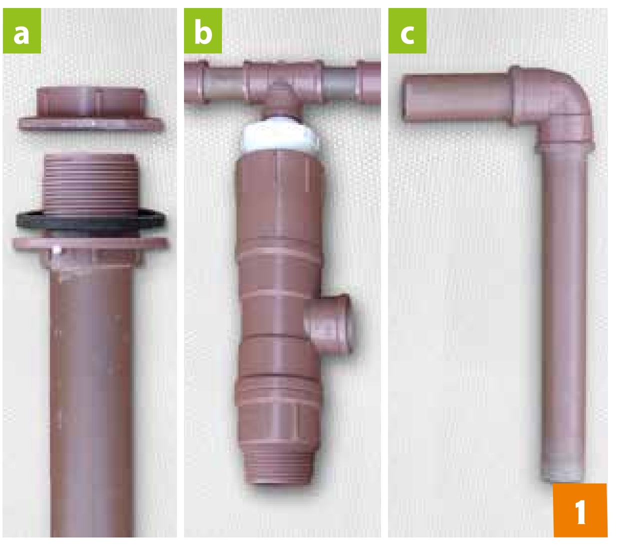
Pico

Bomba



4.10.1.3. Instalación

1) Al terminado de armar todas las piezas y que todo encaje, se las separa en tres partes: **a)**soporte de bomba, **b)**bomba y **c)**pico.



2) Se ubican todas las partes cerca de la cisterna verificando que la condición de cada uno antes de comenzar.





3) Se introduce la primera parte **(soporte de bomba)** por la compuerta de ingreso de la cisterna.



4) Se hace calzar con la abertura de ubicación de la bomba, se enrosca con la anilla hasta que este firme.

5) Posteriormente se coloca la segunda parte **(bomba),** tener en cuenta que el agarrador de la **manija** debe estar fuera de la bomba, como se ve en la fotografía.

6) Se encaja y se enrosca dando las vueltas necesarias hasta que este firme, cuando esté bien colocado se suelta la manija.









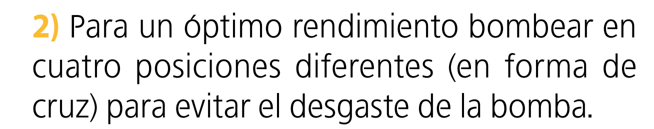


7) Luego se coloca la tercera parte (pico de caída de agua), ésta se encaja en la abertura de la bomba.

8) Se ubica en una posición cómoda para su uso y consumo.

4.10.1.4. Funcionamiento

1) Para extraer el agua de la cisterna bombear varias veces hasta que salga el agua, no es necesario ejercer demasiada fuerza.


2) Para un óptimo rendimiento bombear en cuatro posiciones diferentes (en forma de cruz) para evitar el desgaste de la bomba.









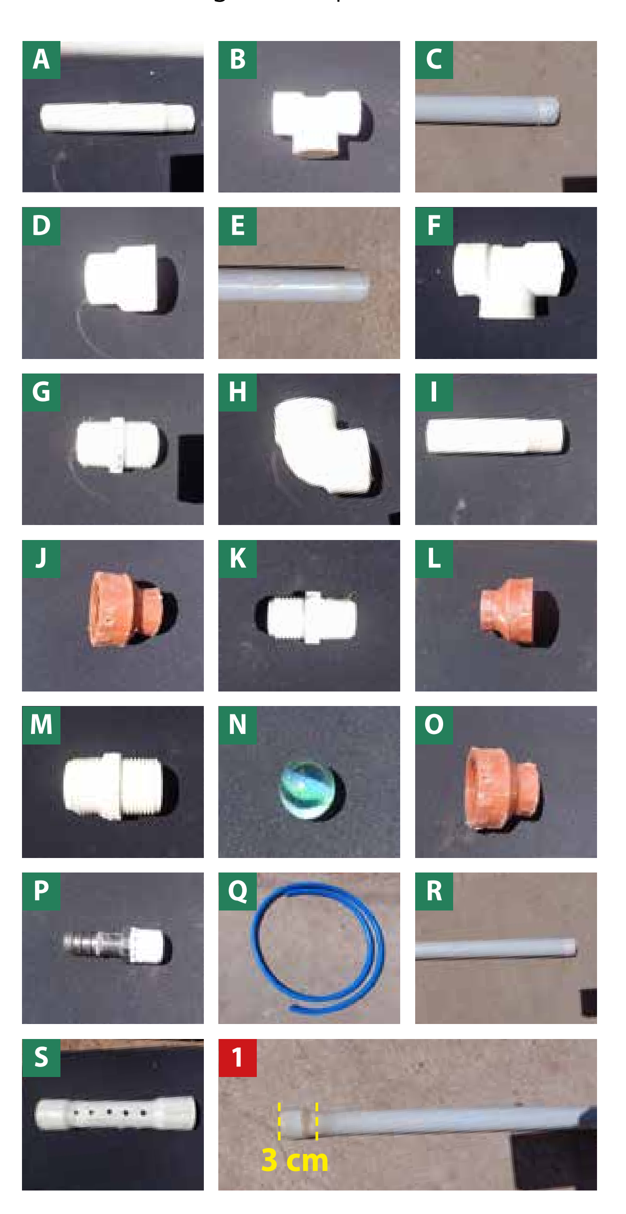
3) Desechar los dos primeros chorros de agua extraída para eliminar posibles residuos concentrados en la bomba.

4) Utilizar el agua extraída para el consumo diario de la familia.

4.10.2. Bomba hidráulica manual Modelo Nº 2

4.10.2.1. Componentes

Tiene las siguientes partes:



	Descripción
A	Niple de PVC ½" con rosca de 10 cm
B	Tee de PVC ½" con rosca
C	Tubo de PVC de ½"de 2,2m
D	Reducción hembra de PVC 1" a ¾"
E	Tubo de PVC de 1" de 1,3m
F	T (Tee) de PVC ½" con rosca
G	Niple de PVC ¾"
H	Codo de PVC ¾"
I	Niple de PVC ¾" con rosca ambos lados
J	Reducción hembra de PVC 1" a ½"
K	Niple de PVC ½"
L	Reducción hembra de PVC 1" a ½"
M	Niple de PVC 1"
N	Canica de ½" de diámetro
O	Reducción hembra de PVC 1" a ½"
P	Acople de ½" dentado a rosca de ½"
Q	Manguera de goma de ½"
R	Tubo de PVC de 1" de 80 cm
S	Niple hembra de PVC campaneado
1	Tubo de PVC de ½" campaneado de 3cm y diametro de ¾"

(*) Varía de acuerdo de acuerdo a la necesidad.

4.10.2.2. Montaje

B
A
A
C
1

Pistón

D
P
Q
O
N
E
M
L
J
K
F
H
G
I
R
S

Bomba



4.10.2.3. Instalación

1) Una vez terminada de armar la bomba, verificar su funcionamiento, tapando el extremo de la manguera y bombear. No olvidar que para su instalación se separa en dos partes: **a)**pistón y **b)**bomba.



2) Se introduce la bomba por la compuerta teniendo cuidado de no jalar la manguera de goma.





3) Colocar en su sitio la **bomba** sin soltar la manguera en lo posible.

4) Luego colocar el **pistón** en su sitio y ajustar firmemente

5) Construir una **cuña de madera** para sujetar la bomba.

6) Situar con cuidado la cuña de madera y la bomba, emplear martillo o alguna herramienta.









7) Por el orificio del costado, insertar el extremo de la manguera, que servirá como pico de la bomba.

8) Se ubica la manguera en una posición cómoda y la manija de la bomba horizontal para su fácil manejo.

4.10.2.4. Funcionamiento

1) Tapar con el dedo el orificio de salida de agua y comenzar a bombear.



2) Realizar el bombeo a cuatro lados en forma de cruz y no solo en una sola posición, de esta forma se evita el desgaste.





3) Para la salida del agua sacar el dedo del tubo surtidor y bombear varias veces hasta que salga el agua.



4) Desechar los dos primeros chorros. Utilizar el agua para el consumo diario y las actividades dentro de la misma.

4.11. Operación y mantenimiento



A

Es muy importante el mantenimiento de todo el sistema, principalmente en el área de captación las labores mas importantes son:



B



C

A **Al finalizar la época seca e inicio de lluvia**

Se deberá limpiar el techo, canaletas, bajantes y cisterna de almacenamiento.

B **Cada mes**

Limpiar las áreas cercanas a la cisterna de almacenamiento, quitando malezas (plantas, hierbas) y materiales inservibles que puedan convertirse en criaderos de vectores.

C **Cada 6 meses (mantenimiento externo)**

Verificar si hay fugas en la cisterna, bomba hidráulica, reparar en caso de ser necesario.

D **Semanal**

Verificar la existencia de insectos y pequeños animales que aniden en el SCAP y eliminarlos.

E **Cada 6 meses (Mantenimiento interno antes de la época de lluvias)**

1. Vacíe toda el agua sobrante de la cisterna.
2. Limpie las paredes y el fondo con escoba de plástico preferiblemente suave.
3. Usar un balde limpio con una medida de un litro de lavandina por cada 10 litros de agua limpia.
4. Con la escoba esparcir la solución preparada en el fondo y las paredes de la cisterna, tener cuidado de no raspar la pintura interna.
5. Espere media hora para que la limpieza haga efecto.
6. Enjuagar la cisterna con agua limpia.
7. Retire toda el agua utilizada en la limpieza
8. Con la ayuda de una tela de algodón (saquillo) realizar el secado de las paredes y piso.

F **Anual**

La cisterna debe ser vaciada y lavada, tanto en el interior como en el exterior, una vez por año antes del inicio de las lluvias para no mezclar el agua antigua y la nueva.







4.11.1. Calendario de limpieza

Acción		
1	**Al finalizar la época seca e inicio de temporada de lluvia:** Antes de la época de lluvias se deberá limpiar el techo, canaletas, salida de la bajante y tanque de almacenamiento.	
2	**Mensual (cada mes):** Limpiar el área adyacente al tanque de almacenamiento, quitando malezas (plantas, hierbas) y materiales inservibles que puedan convertirse en criaderos de vectores.	
3	**Semestral (cada 6 meses):** Verificar si hay fugas en el tanque, accesorios y bomba, reparar en caso de ser necesario.	
4	**Semanal:** Verificar la existencia de insectos y pequeños animales que aniden en el Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP) y eliminarlos.	
5	**Semestral (cada 6 meses):** Limpiar el interior del tanque.	

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic


"AGUA TODO EL AÑO PARA ALIMENTARNOS SANAMENTE"
Nº - 025



5

Aspectos económicos de construcción de la cisterna de placas

Esta tecnología es bastante simple y relativamente fácil de implementar por cada familia y permitirá recolectar el agua de lluvia del techo a su vivienda.

La construcción como se vio anteriormente requiere de procesos y materiales existentes en el mercado nacional, posteriormente se presenta una relación de costos de materiales, equipo de construcción y mano de obra. Con la utilización de cisternas familiares es posible bajar la tasa de incidencia con respecto a enfermedades relacionadas al consumo de agua contaminada o no segura.

5.1. Cisterna construida para otros usos

5.1.1. Para el cuerpo (estructura) de la cisterna



Nº	Descripción del material	Cant	Unidad	P/U Bs	P/T Bs
1	Cemento	24	bolsa	55	1320
2	Arena corriente	7	m^3	100	700
3	Gravilla de ¾"	1	m^3	120	120
4	Fierro corrugado 5⁄16" (8mm) L=12m	7	barra	70	490
5	Alambre de amarre	0,5	kg	16	8
6	Alambre galvanizado N° 12	14	kg	17	238
7	Aditivo impermeabilizante p/mortero (20 litros)	1	balde	320	320
8	Pintura impermeabilizante p/interior	1	galón	220	220
9	Pintura látex blanco	1	galón	60	60
10	Compuerta metálica c/plancha e= ⅛"	1	pieza	120	120
11	Clavos 3"	¼	kg	16	4
12	Puntal de 3" de diámetro de 3 m	1	pieza	45	45
13	Tabla de madera de 0,60 m x 0,30m x 1"	2	pieza	20	40
				TOTAL	**3685***

(*) Depende de la cercanía de los materiales y el región de construcción. (Precio a Enero 2015)

5.1.2. Para el Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP)

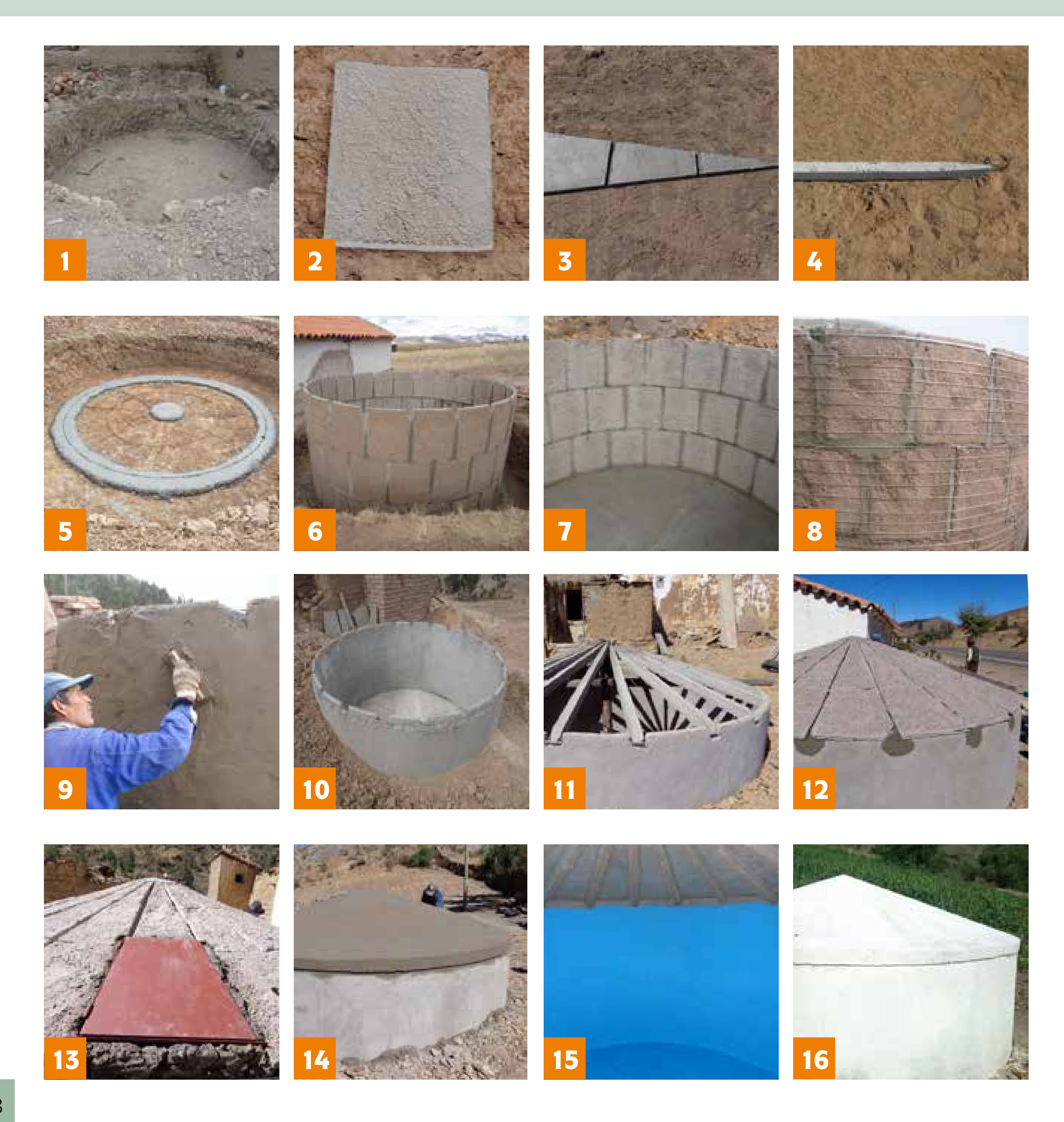


Nº	Descripción del material (Techo de 6m a 2 aguas)	Cant	Unidad	P/U Bs	P/T Bs
1	Plancha galvanizada Nº 28 (Ancho 33 cm)	14	m	10	140
2	Alambre galvanizado Nº 18 (rollo)	1	kg	18	18
3	Gancho de sujeción (platina) 10 mm	13	pieza	5	65
4	Clavo de 4”	0,25	kg	16	4
5	Tubo PVC de drenaje de 4” (12 m)	2	barra	50	100
6	Codo de 45º	2	piezas	20	40
7	Codo de 90º	1	pieza	20	20
8	Y (Yee)	1	pieza	40	40
9	Alambre de amarre	0,5	kg	16	8
				TOTAL	**435***

(*) Depende de la cercanía de los materiales.(Precio a Enero 2015)

5.2. Tiempo invertido en su construcción

5.2.1. Para el cuerpo (estructura) de la cisterna



	Descripción de actividades	Cant	Unidad	Hrs	Observación
	Excavado para la cisterna de placas prefabricadas				
1	Excavado de 4,5 m y 1m** de profundidad	15,9	m^3	24	3 días*
	Construcción de placas prefabricadas				
2	Construcción de placas de pared	63	pzas	4	1 día* *(10 días de fraguado y realizar el curado 2 veces al día)*
3	Construcción de placas de techo (1piezas, 3partes)	21	pzas	2	
4	Construcción de viguetas	21	pzas	2	
	Montaje de la cisterna de placas prefabricadas				
5	Losa maestra y armado de fierro	10,2	m^3	1	3 días*
6	Armado de muro	20,6	m^2	4	
7	Vaciado de losa de fondo	7,1	m^3	2	
8	Amarrado y tesado con alambre galvanizado	316,7	ml	2	
9	Revoque exterior sin impermeabilizante	20,6	m^2	3	
10	Revoque interior y del piso con impermeabilizante (Hidrófugo)	19,4	m^2	4	
11	Montaje de la viguetas	21	pzas	1	
12	Colocado de placas de techo	21	pzas	1	
13	Colocado de compuerta	1	pzas	1	
14	Revoque exterior del techo	9,7	m^2	3	
15	Impermeabilización interior con pintura	30,1	m^2	2	
16	Pintura exterior con látex	20	m^2	1	
			TOTAL hrs	**56**	**7 días*** **

(*) 8 horas laborables por día.
(**) Profundidad estimada para terreno semiduro.
(***) 8 horas laborables por día sin tomar en cuenta el tiempo de fraguado (endurecido) de los módulos prefabricados

5.2.2. Para el Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP)











	Descripción de actividades	Cant	Unidad	Hrs	Observación
	Captación de agua de precipitacion pluvial **				
1	Construcción de canaletas	14	ml	3	1 dia *
2	Construcción de anilla bajante	1	pzas	0,5	
3	Construcción de ganchos para canaletas	13	pzas	1	
4	Instalación de canaletas en la cubierta	1	global	2	
5	Colocado de bajantes hacia la cisterna	1	global	1	
			TOTAL hrs	**7,5**	**1 día**

(*) 8 horas laborables por día.
(**) Instalación de cubierta de largo de 7 m a dos aguas.

5.3. Experiencias en la construcción de cisternas

5.3.1. Municipio de Betanzos, Potosí



Alberto Flores Coro
de la Comunidad de Lica Lica
Municipio de Betanzos, Potosí



Mateo Copa Coro
de la Comunidad de Lica Lica
Municipio de Betanzos, Potosí



Casiano Chambi C.
de la Comunidad de Lica Lica
Municipio de Betanzos, Potosí



Modesto Mamani Echeverria
de la Comunidad de Chajpi Grande
Municipio de Betanzos, Potosí

5.3.1. Municipio de Tarabuco, Chuquisaca



Agustin Esquivel
de la Comunidad de Jumbate
Municipio de Tarabuco, Chuquisaca



Francisco Rivera
de la Comunidad de Thaya Waca
Municipio de Tarabuco, Chuquisaca



Saturnino Llajsa
de la Comunidad de Thaya Waca
Municipio de Tarabuco, Chuquisaca



Candelaria Llajsa
de la Comunidad de Suindiri
Municipio de Tarabuco, Chuquisaca



Según la visión de los beneficiarios y contratistas esta metodología puede ser adecuada sin realizar cambios considerables a su estructura.

Mi reservorio en el valle para mi riego de hortalizas

"...yo he hecho mi estanque con la metodología de construcción de las cisternas de placas, ya que al principio no entendía como beneficiario, luego de haber ayudado al maestro a hacerla y con la ayuda del técnico de la FAO a cargo de las construcciones he aprendido y por eso me he animado a realizar mi estanque de 7 m de diámetro de 1.3 m de profundidad, utilizando las placas. Viendo que era fácil me he decidido a hacer mi propio estanque que lo uso para el riego de mis hortalizas, y también algunas veces, mis hijos lo usan como piscina para nadar. Yo modifiqué y realicé cambios y mis vecinos me indican que no resistirá pero cuando les muestro se asombran ya que yo capto agua para mi estaque de la quebrada y puedo aplicar en riego por goteo... creo que de esta forma más personas se animarán a hacer este estaque, su costo no es elevado, es barato y funciona, sólo depende de uno".

Carlos Medina Ríos

de la Comunidad de Cuesta K'ucho - Otuyo
Municipio de Betanzos, Potosí



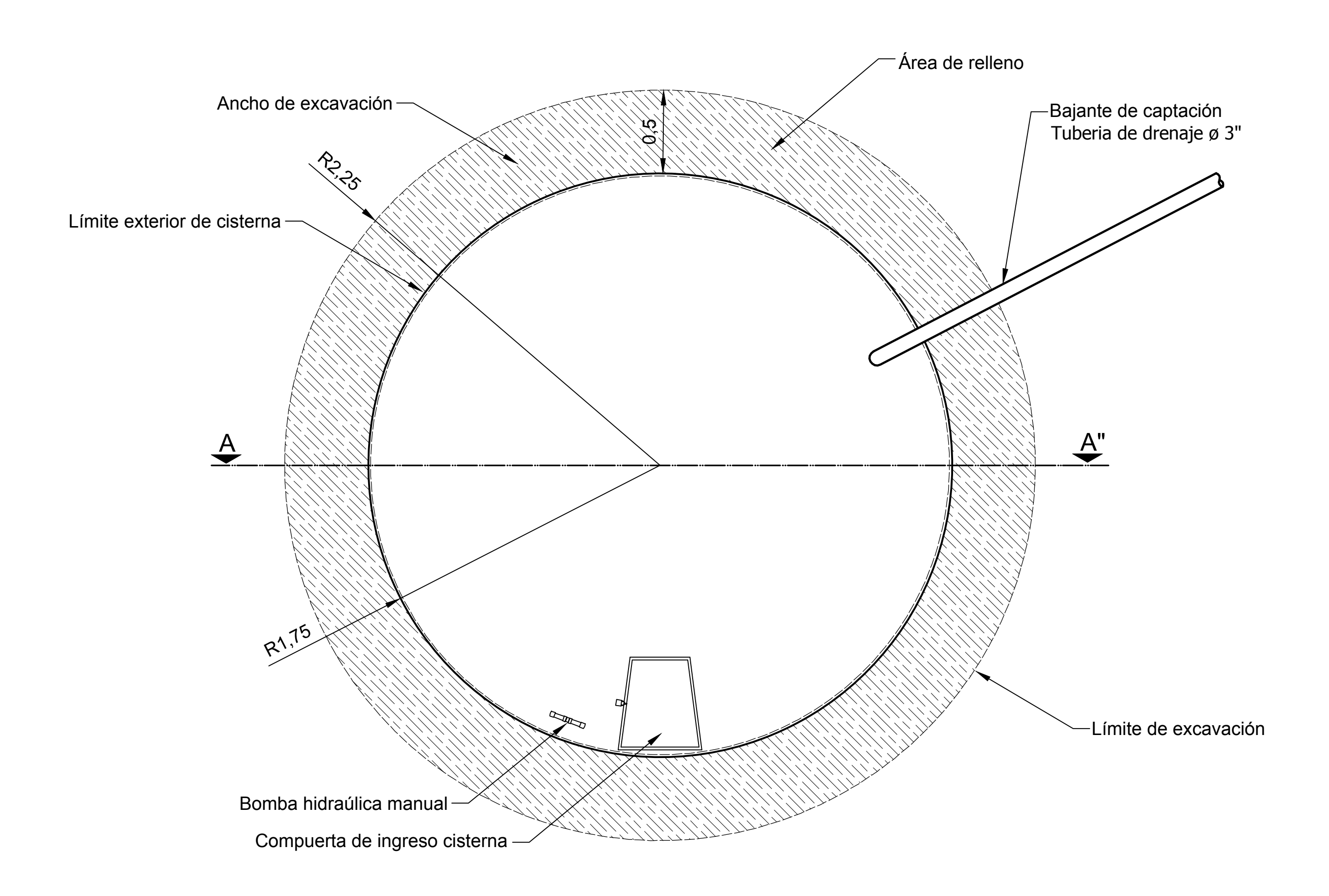




Anexos

Planos de construcción de la cisterna con placas prefabricadas (Capacidad 16m³)

Plano en planta



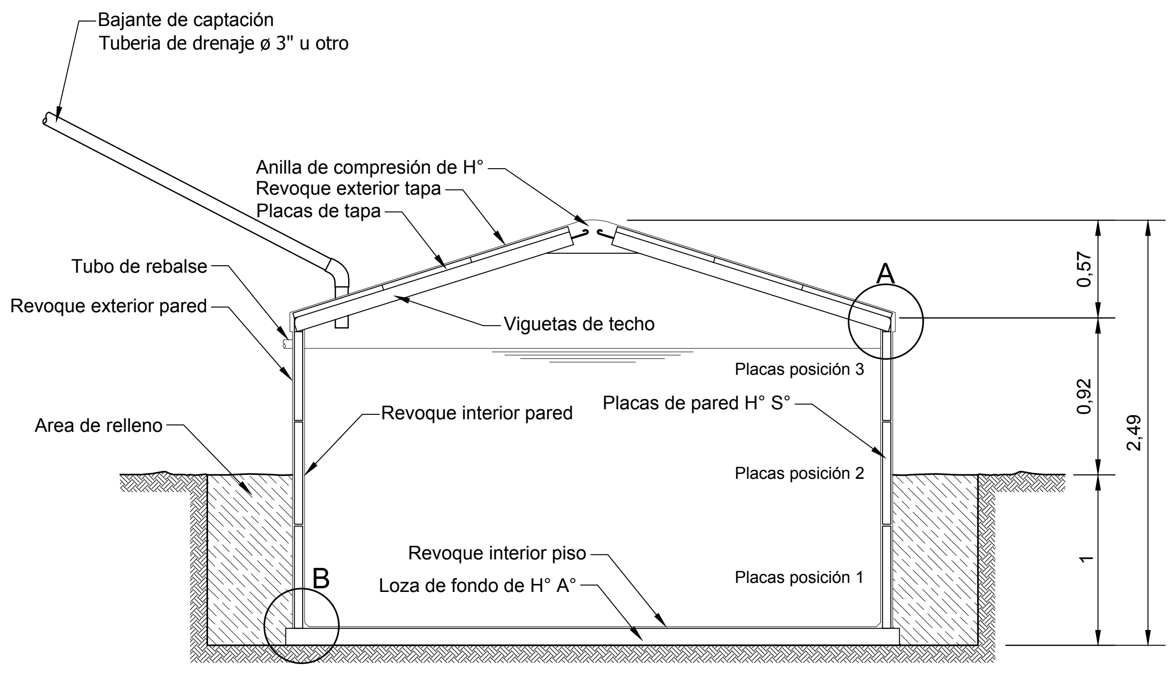
PARAMETROS COSTRUCTIVOS

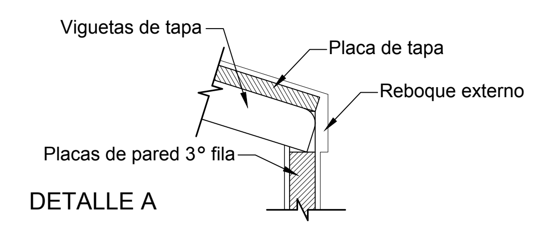
- Capacidad portante de suelo > 1.0 Kg/cm2
- Diámetro de excavación 4,5 m
- Diametro exterios cisterna 3,5 m
- Radio de cisterna 1,75 m
- Profundidad de excavación 1 m**

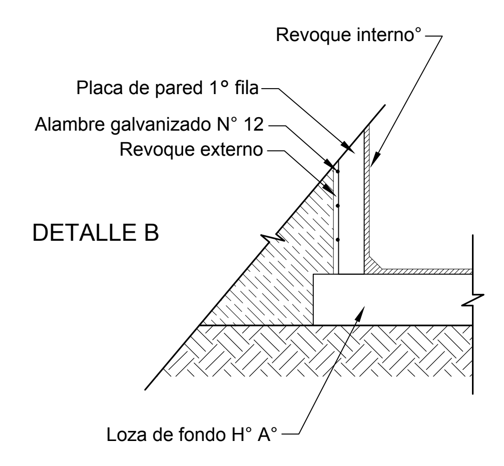
** Variable de acuerdo a la pendiente y suelo de fundación firme

Esc. 1:50

Plano de Corte A





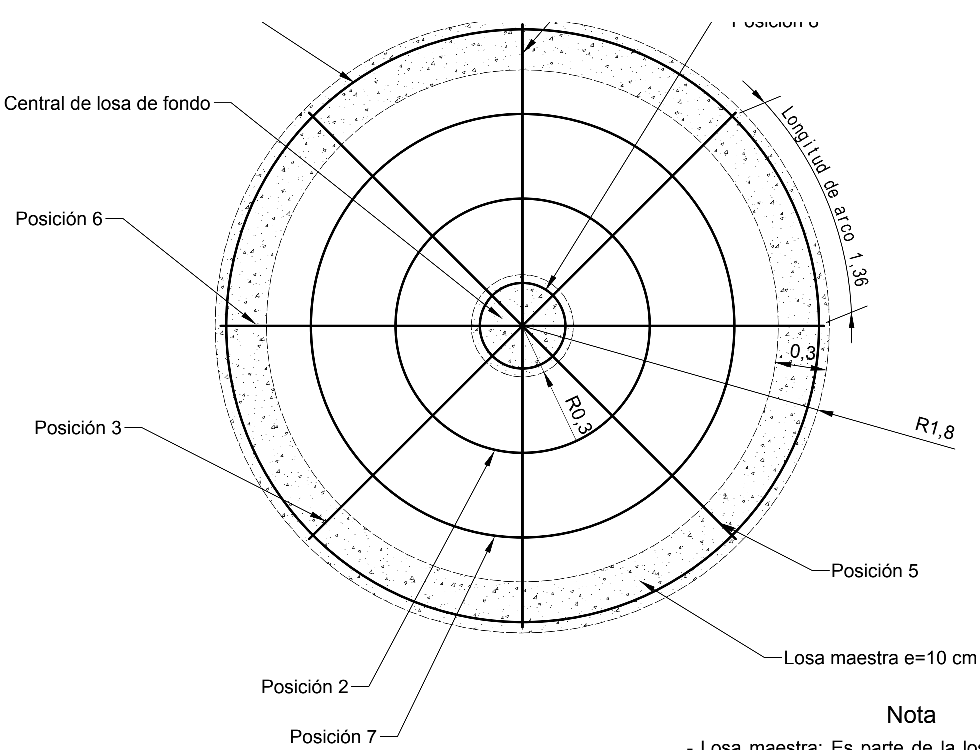




CONDICIONES TÉCNICAS DE DISEÑO

Características	Valor
Capacidad portante del suelo	1 Kg/cm²
Sobrecarga de servicio	100 kg/m²
Resistencia Hormigón H20	204 kg/cm²
Resistencia Acero AH 400	4080 kg/cm²
Dosificación HºAº (Faja maestra y loza de fondo)	1:3:3
Dosificación HºAº (Vigueta de tapa)	1:3:1
Dosificación HºSº	1:3
Revoque interior loza de fondo	2 cm
Revoque interior y exterior pared	2 cm

Plano en planta: elementos para el vaciado de losa de fondo



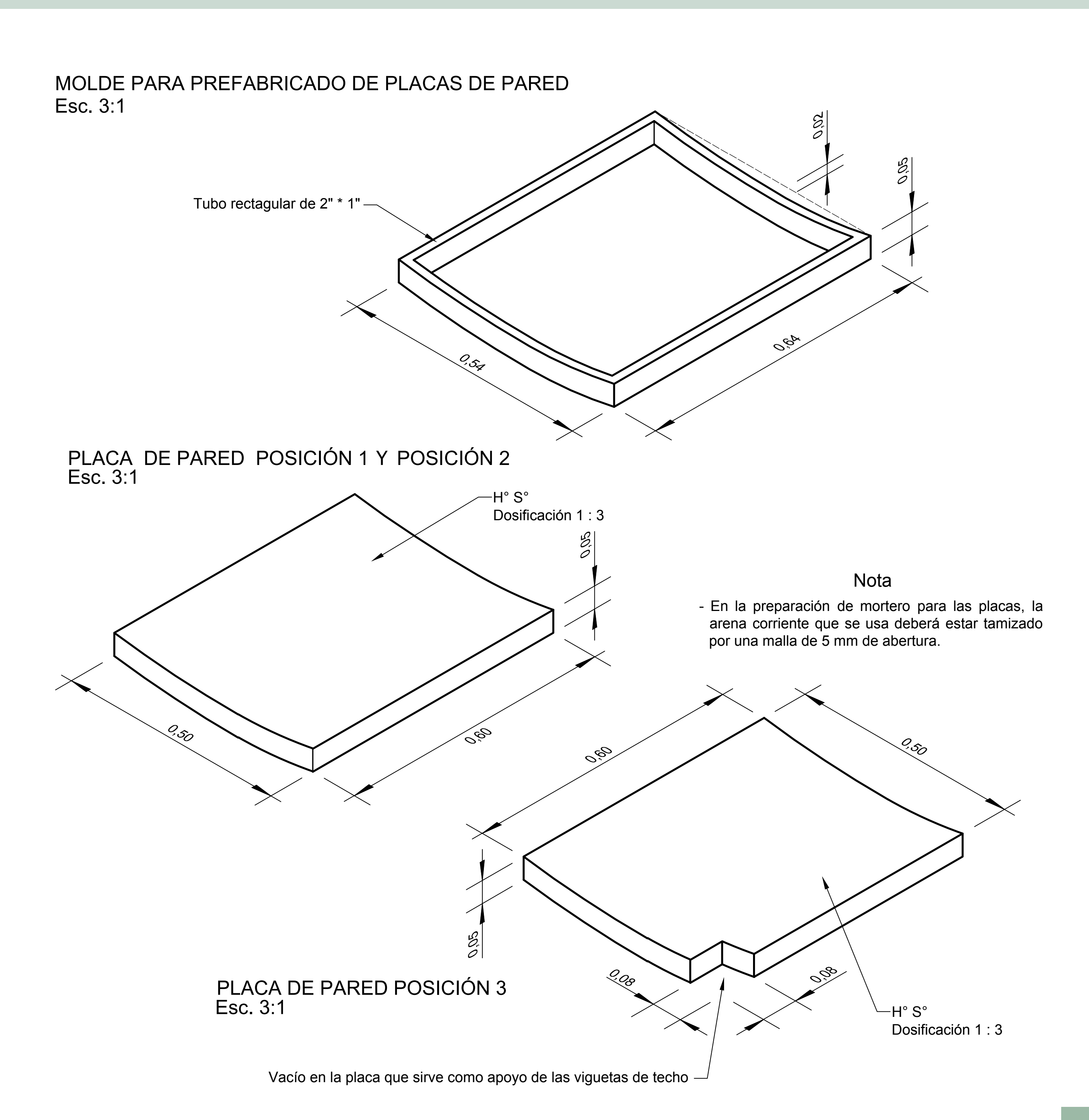
Nota

- Losa maestra: Es parte de la losa de fondo de la cisterna.
- Central de losa: Es la parte central de losa de fondo.
- Entre la losa maestra y la central de losa sirve para guiar el vaciado de losa de fondo.

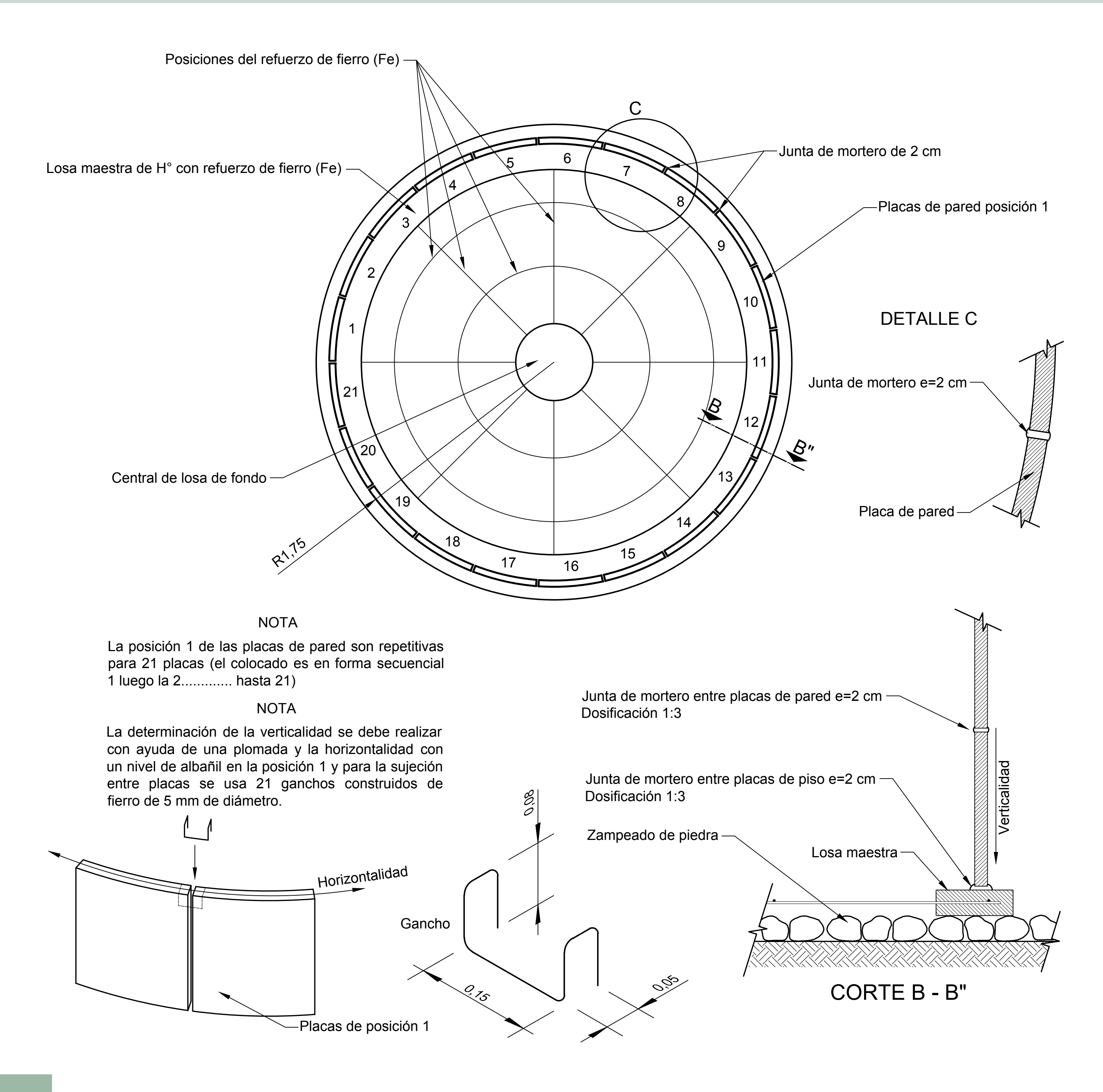
PLANILLA DE FIERROS

POS.	ESQUEMA	DIST. (m)	ø (mm)	CANT.	LONGITUDES (m)						KG/M	PESO T. (kg)
					a	b	c	d	PARCIAL	TOTAL		
1	a	1,74	8	1	11,00	–	–	–	11,00	11,00	0,42	4,62
2	a	0,75	8	1	5,00	–	–	–	5,00	5,00	0,42	2,10
3,4,5,6	a	0,00	8	4	3,54	–	–	–	3,54	14,16	0,42	5,95
7	a	1,24	8	1	8,10	–	–	–	8,10	8,10	0,42	3,40
8	a	0,25	8	1	1,90	–	–	–	1,90	1,90	0,42	0,80
TOTALES												16,87

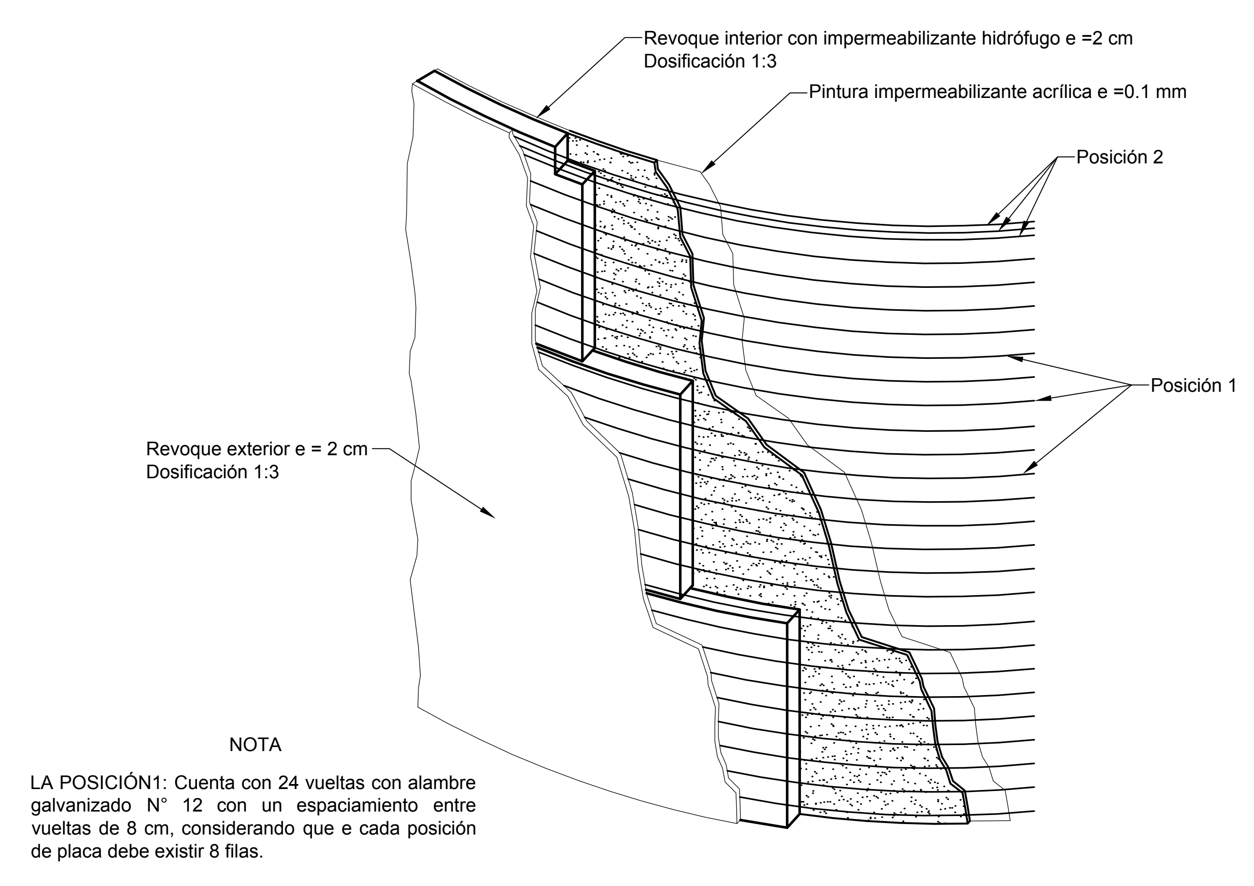
Plano: molde y placas de pared de la cisterna



Plano en planta: Disposición de Placas de pared



Plano isométrico: representación de las partes del muro



NOTA

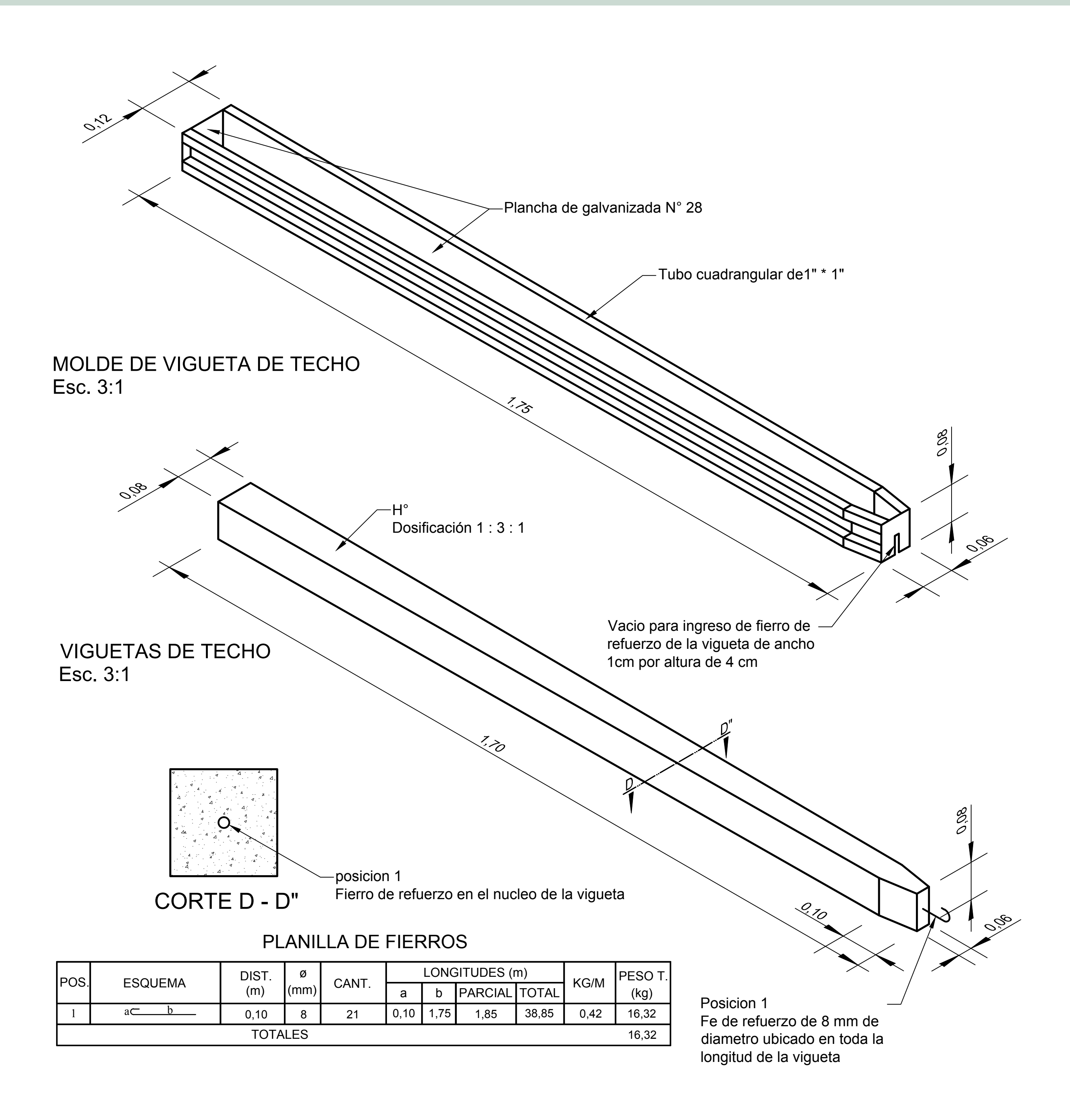
LA POSICIÓN1: Cuenta con 24 vueltas con alambre galvanizado N° 12 con un espaciamiento entre vueltas de 8 cm, considerando que e cada posición de placa debe existir 8 filas.

LA POSICIÓN 2: Cuenta con 3 vueltas de alambre galvanizado N° 12 unidas al final de la pared de la cisterna como se muestra en el gráfico esto sirve de refuerzo y apoyo de las viguetas de techo.

PLANILLA DE ALAMBRE GALVANIZADO N° 12

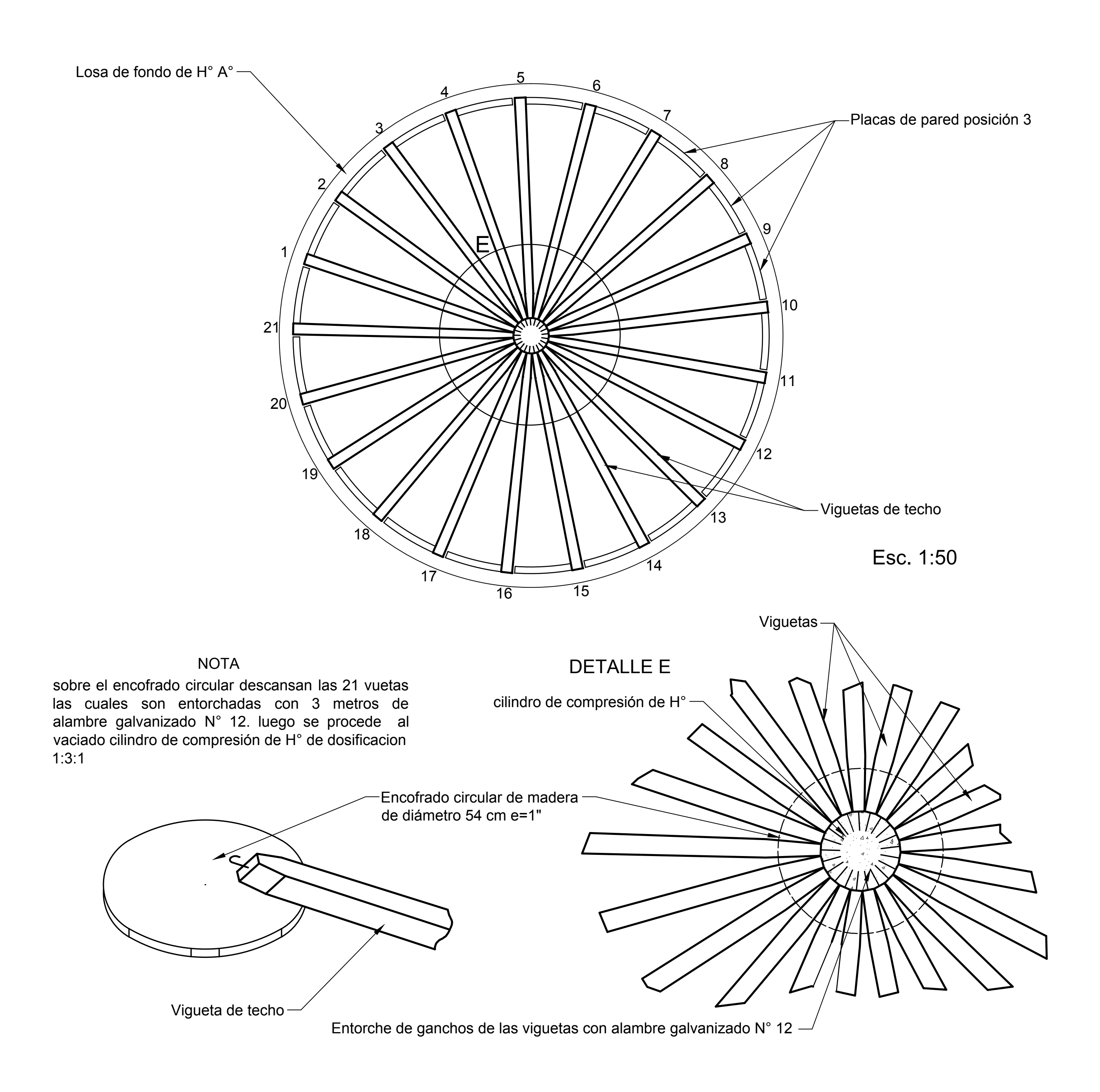
POS.	ESQUEMA	DIST. (m)	ø (mm)	CANT.	LONGITUDES (m)						KG/M	PESO T. (kg)
					a	b	c	d	PARCIAL	TOTAL		
1	a	0,07	2	24	11,10	–	–	–	11,0	266,4	0,044	11,72
2	a	0,02	2	3	11,10	–	–	–	11,0	33,3	0,044	1,46
TOTALES												13,25

Plano: molde y viguetas de techo



POS.	ESQUEMA	DIST. (m)	ø (mm)	CANT.	LONGITUDES (m)				KG/M	PESO T. (kg)
					a	b	PARCIAL	TOTAL		
1	a b	0,10	8	21	0,10	1,75	1,85	38,85	0,42	16,32
TOTALES										16,32

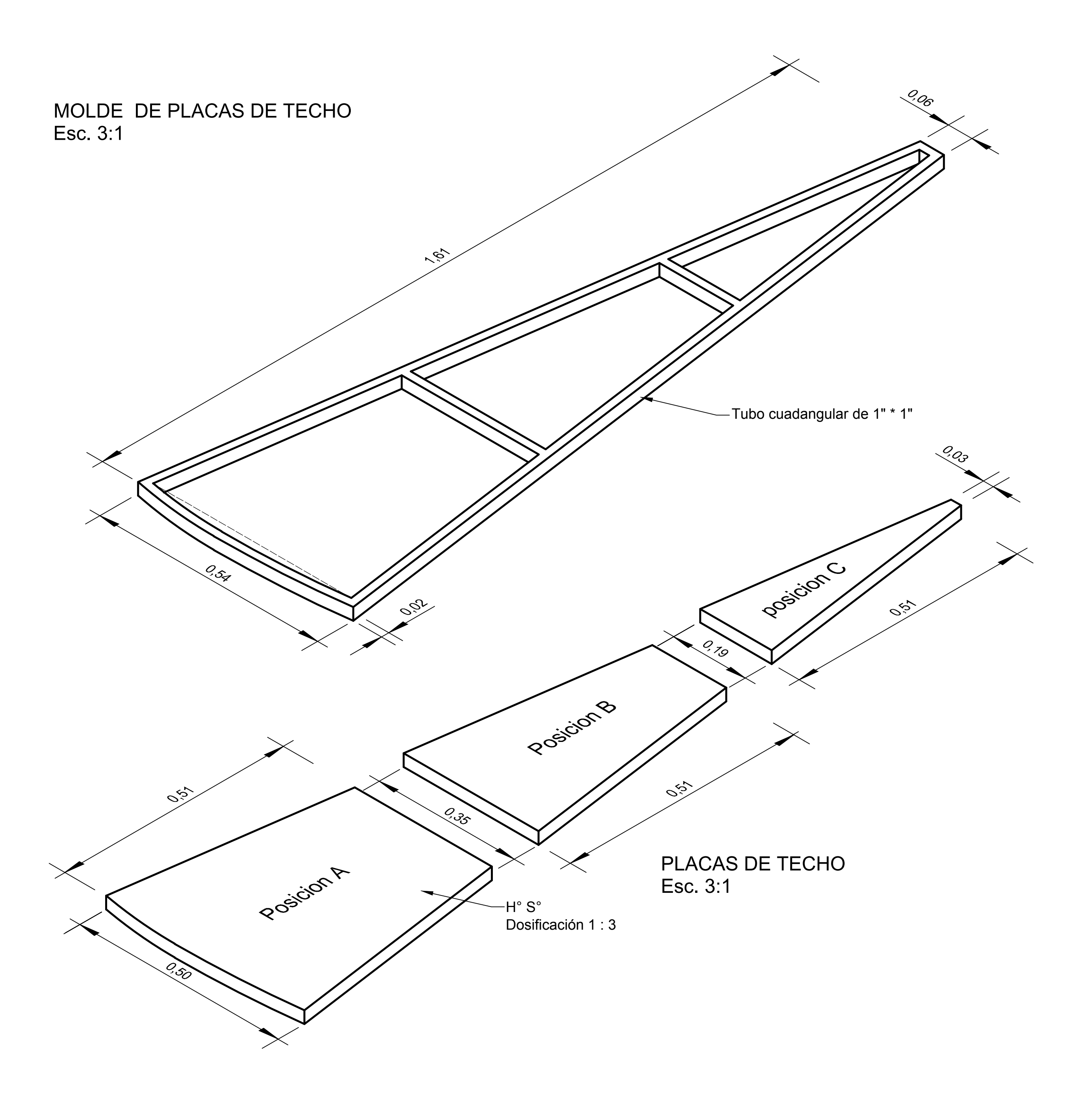
Plano en planta: disposición de viguetas de techo

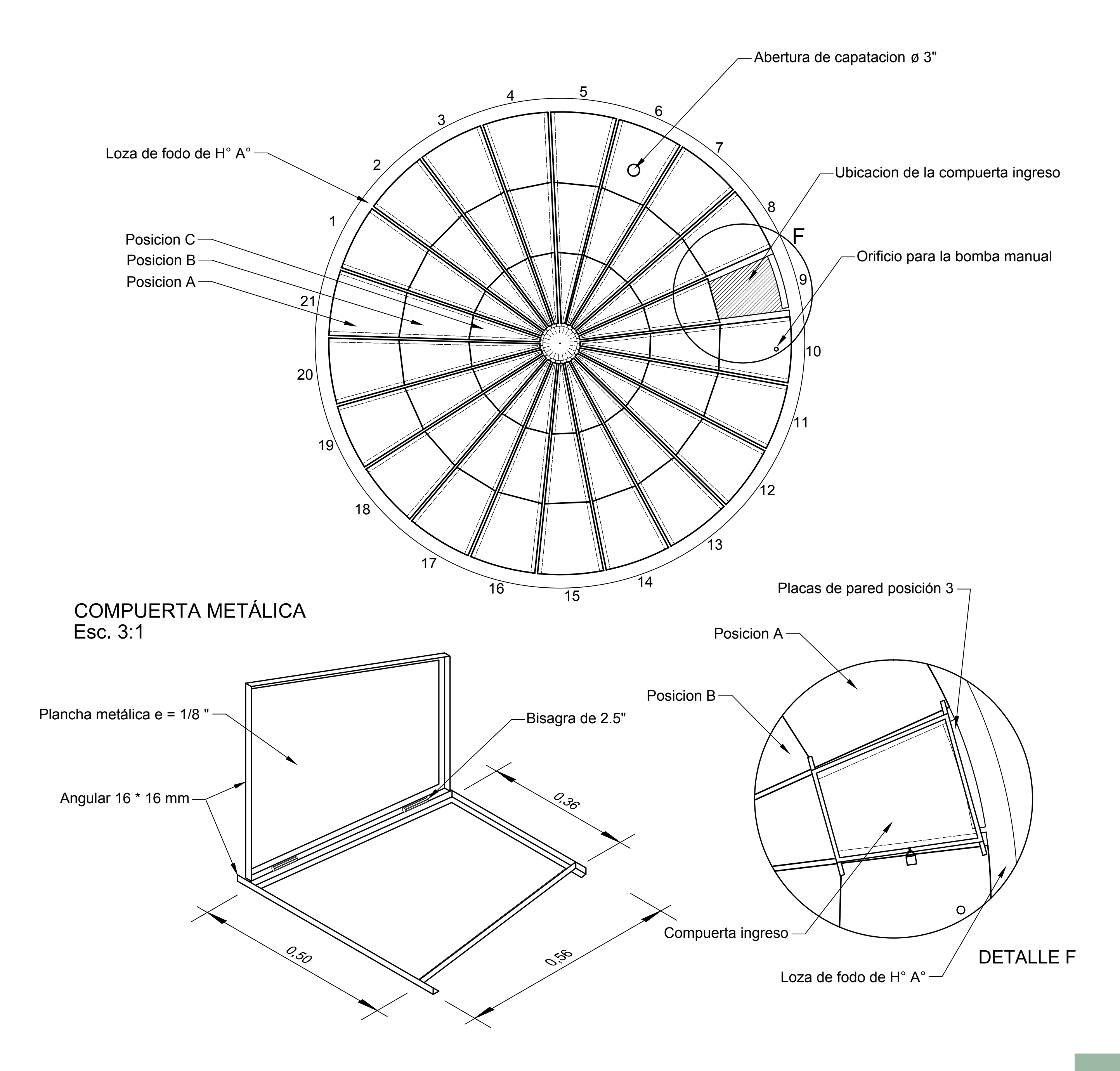


NOTA

sobre el encofrado circular descansan las 21 vuetas las cuales son entorchadas con 3 metros de alambre galvanizado N° 12. luego se procede al vaciado cilindro de compresión de H° de dosificacion 1:3:1

Plano: molde y placas de techo




Abertura de capatacion ø 3"
Loza de fodo de H° A°
Ubicacion de la compuerta ingreso
F
Orificio para la bomba manual
Posicion C
Posicion B
Posicion A
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
COMPUERTA METÁLICA
Esc. 3:1
Plancha metálica e = 1/8 "
Bisagra de 2.5"
Angular 16 * 16 mm
0,36
0,50
0,56
Placas de pared posición 3
Posicion A
Posicion B
Compuerta ingreso
DETALLE F
Loza de fodo de H° A°



Agua todo el año para alimentarse sanamente

Manual técnico:



Manual técnico:

Construcción de cisterna de placas prefabricadas

Almacenamiento de agua de lluvia
Volumen: 16m^3



Ministerio de Medio Ambiente y Agua del Estado Plurinacional de Bolivia

Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

Calle Héroes del Acre Esquina Conchitas Nº 1778
Teléfono. Fax (591-2) 2117391-2124484
www.cuencasbolivia.org
La Paz-Bolivia



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Calle 14 Nº 8008, Calacoto
(entre Sánchez Bustamante y Julio Patiño)
Teléfono: (592) 2114455 Fax: 2121705
Correo electrónico: fao-bo@fao.org
Página Web: www.fao.org.bo
La Paz – Bolivia



Manual técnico:
Construcción de cisterna de placas prefabricadas
Para almacenamiento de agua de lluvia Volumen:16m³
FAO
FIAT PANIS
FAO Bolivia
Representación
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA
MMAyA
Ministerio de Medio Ambiente y Agua
CHUQUISACA
POTOSÍ
ABC
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA